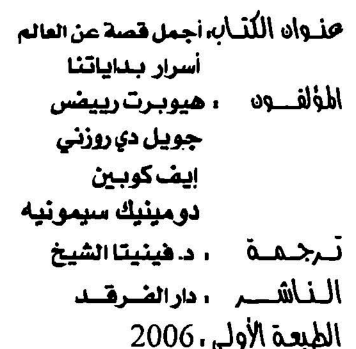

تأليف
دومينك سيمونة
ترجمة
د. فينيتا بوتشيفا الشيخ
أجمل قصة عن العالم
أسرار بداياتنا
مكتبة
مؤمن قريش
دار
الفرقد
للطباعة والنشر والتوزيع

أجمل قصة عن العالم

أســرار بدايـاتنا



عنوان الكتاب: أجمل قصة عن العالم — La plus belle histoire du Monde

أسرار بداياتنا — Les secrets de nos origines

المؤلفون : هيوبرت ريفس — Hubert Reeves

جويل دي روزني — Joël de Rosnay

إيف كوبين — Yves Coppens

دومينيك سيمونيه — Dominique Simonnet

ترجمة : د. فينيتا الشيخ

الناشر : دار الفرقد

الطبعة الأولى : 2006

التنفيذ والإشراف: دار الفرقد

الإخراج الفني: رغداء حلوم

تصميم الغلاف: محمد صلاح العقاد







دار الفرقد للطباعة والنشر والتوزيع

سورية - دمشق

هاتف : 6660915 - 6618303 (00963-11)

ص . ب : 34312 فاكس : 6660915 (00963-11)

البريد الإلكتروني : info@alfarqad.com

الموقع على شبكة الإنترنت : http://www.alfarqad.com

إيف كوبين
هيوبرت ريفس
جويل دي روزني
دومينيك سيمونيه

# أجمل قصة عن العالم

# أسرار بداياتنا

ترجمة: د. فينيتا الشيخ

# مقدمة المؤلف

مَن نحن؟ من أين أتينا؟ إلى أين ذاهبون؟ تلك هي الأسئلة الوحيدة الجديرة بأن تطرح. كلنا يبحث بطريقته الخاصة عن جواب في لمعان نجمة، في حركة مياه البحر الخالدة، في نظرة امرأة أو ابتسامة مولود جديد...

لماذا نحن هنا؟ ما معنى هذه الحياة؟ ما معنى هذا الكون؟

حتى الآن لم يكن إلا الدين وحده بإمكانه أن يقدم لنا الأجوبة لهذه الأسئلة الهامة. اليوم، العلم، هو أيضا، يتقدم برأيه. ولعل هذا من أروع انجازات القرن العشرين؛ لقد نظم العلماء رواية شاملة عن بداياتنا! لقد أعادوا صياغة تاريخ الكون!

ما هو الخارق إلى هذه الدرجة في اكتشافات العلم؟ إنه هذه المغامرة ذاتها، التي تستمر منذ ١٥ مليار عام، وتجمع الكون والحياة والإنسان كفصول متتالية في ملحمة طويلة. هذا التطور ذاته، الذي منذ الانفجار الكبير (big bang) حتى بزوغ العقل، يدفع في اتجاه التعقيد المتزايد؛ الجسيمات الأولية، الذرات، الجزيئات، النجوم، الخلايا، الأجهزة العضوية، الكائنات الحية

حتى هذه الكائنات المدهشة، زهرة عالم الأحياء، التي هي نحن... كل ذلك يتعاقب في السلسلة نفسها مسحوبا بالحركة نفسها. إننا انحدرنا من قردة ومن بكتيريا، ولكن أتينا أيضا من النجوم ومجرات الفضاء. فالعناصر التي تتكون منها أجسامنا هي نفسها التي أسست الكون منذ زمن غير بعيد. إننا حقا أبناء النجوم.

طبعا، الفكرة مزعجة، لأنها تهاجم اليقين القديم وتفضح الأحكام السابقة. وعلى هذا النحو، فمنذ الحضارات القديمة يستمر تقدم المعارف نحو إثبات ما يعيد الإنسان إلى موضعه الصحيح. كنا نعتقد أننا في مركز الكون؟ لقد أتى جاليليه وكوبرنيك والعلماء بعدهم لكي يزيلوا ضلالنا هذا: إننا نعيش، في الواقع، على كوكب عادي يقع في ضواحي مجرة متواضعة. كنا نفكر أننا مخلوقات أصيلة مميزة عن الأنواع الحية الأخرى.يا للأسف! لقد وضعنا داروين على شجرة التطور الطبيعي المشتركة... فما علينا إلا أن نبتلع مرة أخرى غرورنا الذي ليس في محله؛ نحن النواتج الأخيرة للتنظيم الشامل الكوني.

هذه هي القصة الجديدة عن العالم التي سنرويها لكم في هذا الكتاب على ضوء أحدث معلوماتنا. وسنكتشف معا في هذه الرواية تماسكا مدهشا. سنرى كيف تتجمع عناصر المادة البسيطة في تراكيب أكثر تعقيدا، وكيف تنتظم هذه التراكيب الجديدة في تراكيب أكثر اتقانا... إنها الظاهرة عينها، ظاهرة

الاصطفاء الطبيعي، التي تنسق كل حركة في ألحان هذه السيمفونية العملاقة، تنظيم المادة في الكون، لعبة الحياة على الأرض حتى تكوين الخلايا العصبية في أدمغتنا الخاصة، وكأن ثمة (منطقا) في التطور الطبيعي.

أين الله من كل ذلك؟ تلتقي بعض الاكتشافات العلمية أحيانا مع قناعات القلب الوثيقة. ولكننا، طبعا، لن نخلط المناهج. العلم والدين لا يحكمان في الميدان نفسه. الأول يعلّم والثاني يرشد. الشك محرك الأول، وعند الثاني يكون الإيمان اسمنت الأساس.ولكن هذا ليس سببا لأن يكون الدين والعلم غير مكترث أحدهما بالآخر. إن قصتنا الجديدة عن العالم لا تتجنب أبدا مواضيع الروح والميتافيزيقا. سنلمح، في منعطف فصل من فصولها، بصيصا من النور المقدس، سيتناهى إلى مسامعنا صدى أسطورة من قديم الزمان وسنقابل آدم وحواء في سهول أفريقيا الجافة (savane). إن العلم يضفي حداثة على الجدال وينعشه، فلا يلغيه. فليختر كل منا بنفسه.

تستند قصتنا إلى أحدث الاكتشافات، التي تم تحقيقها بواسطة أدوات ثورية: المسابر الفضائية التي تستكشف المجموعة الشمسية، المناظير الفضائية التي تنقب أعماق الكون في الصميم، الأجهزة الضخمة لتسريع الجزئيات التي تعيد الخطوات الأولى... وأيضا الكمبيوترات، التي تمثل ظهور الحياة والتقنيات المتطورة

المستخدمة في مجال البيولوجيا وعلم الوراثة والكيمياء التي تزيح النقاب عما هو محجوب وصغير للغاية. وأيضا الاكتشافات الحديثة للمستحاثات والتقدم في تحديد زمنها مما يسمح بالكشف عن تطور أسلاف الإنسان بدقة مذهلة.

ومع أن قصتنا تتغذى من هذه الاكتشافات الحديثة، فهي تتوجه إلى الجميع، وبخاصة إلى الجاهلين، راشدين كانوا أم شبابا، بغض النظر عن مستواهم الثقافي. لقد تجنبنا هنا لغة العلماء وكل مصطلح معقد. ولم نتردد أن نسأل، مثل الأطفال، أسئلة ساذجة: ماذا عرفنا عن الانفجار الكبير؟ كيف نعرف ما كان يأكل الكرومانيون؟ لماذا السماء سوداء في الليل؟ لم نشأ تصديق العلماء من غير دليل، إنهم حاضرون معنا مستعدون للإدلاء ببراهينهم.

كل فرع من العلم يبحث عن أصل معين: العلماء بالفيزياء الفضائية يلاحقون أصل الكون، الأخصائيون بعلم الأحياء - أصل الحياة والعلماء بالمستحاثات - أصل الإنسان. ولهذا السبب تتقدم روايتنا كعرض مسرحي في ثلاثة فصول – الكون، الحياة والإنسان - مغطية بهذا الشكل ردحا زمنيا يعادل ١٥ مليار عام. ويتألف كل فصل من ثلاثة مشاهد حيث سندعو بالظهور على خشبة المسرح، بحسب التسلسل التاريخي، كل الممثلين، الجامدين والأحياء، الذين مثلوا أدوارهم في هذه المغامرة الطويلة.

وسنتابعهم أثناء حوار مع ثلاثة علماء من أفضل المختصين الفرنسيين في كل من هذه المجالات. لقد شرعنا، نحن الأربعة، منذ بضع سنوات، بمحادثة أولى على صفحات صحيفة الاكسبريس الفرنسية(L`express). كم أننا مدينون لهذه الصحيفة! فأن هذه التجربة الأولى فتحت شهيتنا للحديث والعمل وفي غضون شهور الصيف وبضع سهرات ليلية أعدنا كتابة رواية مغامرة العالم بشغف وفرح كبيرين. ليت القارئ يستفيد منها.



في **الفصل الأول** تبدأ القصة... ولكن، هل نستطيع أن نقول أنها" تبدأ " بالفعل؟ وسوف نرى أن فكرة البداية ليست ثانوية، إنما هي في صلب النقاشات الميتافيزيقية وتطرح مسألة الزمن الجذابة. سنبدأ من الماضي الأكثر عمقا، الذي استطاع العلم التوغل فيه: خمسة عشر مليار عام قبل عصرنا هذا، الانفجار الكبير المشهور، هذا النور الغامض، الذي سبق النجوم. وسنسأل، مثل الأطفال، ذلك السؤال الموافق ووثيق الصلة بالموضوع: وماذا قبله؟

منذ تلك "البداية" تنتظم المادة المتأججة تحت تأثير القوى المذهلة التي لا تزال تشرف على مصيرنا. من أين أتت هذه القوى؟ لماذا هي ثابتة في حين أن كل شيء يتغير؟ سنراها طوال العرض توجه لعبة الكون التركيبية العظيمة. وبقدر ما يتمدد الكون وتنخفض حرارته تطلق العنان لتكوين تجمعات فريدة، النجوم،

المجـرات حتـى تفـضـي إلى ولادة كوكـب موعـود بنجـاح رائـع في ضواحي إحدى المجرات. ما هذه القوى الغامضة؟ من أين تـأتي هـذه الحركة القهارة التي تمضي بالكون نحو التعقيد؟ هل كانت هذه القوى موجودة قبل وجود الكون؟

سيساعدنا هيوبرت ريفس (Hubert Reeves) بأن ننظر إلى الأمـر بوضـوح أكثـر. وهـو فيزيـائي فـضائي، صـاحب مؤلفـات مدهشة في هذا المجال، يوفق بطلاقة رائعة بين دقة العالم المختص وبساطة مَنْ يجيد التوضيح. ترى، هل لأنه لا يزال يحدث له أن يتأمل سمـاء بورغـون (bourgogne) عبر منظار فلكـي متواضـع كهاوي عادي عندما يكون بعيدا عن الكمبيوترات التي تعتمد عليها حياته العملية، أم لكثرة ما تطلع إلى أعماق الفضاء، أعني إلى أعماق الماضي، فأدرك مقاييس الزمن الصحيحة؟ لكنه على كل حال يصل مباشرة إلى ماهية الأشياء: جمال معادلة ما، لمعان مجـرة تـومض في الأفـق البعيـد، أنـين الكمـان، سلاسـة شـبلي[1] المخملية.. ومَن له الشرف أن يقترب منه في صداقة حميمة لا ينتابه الشك أبدا: حكمته ليست مصطنعة. هيوبرت ريفس رجل صادق، أي من النموذج الذي في طريقه إلى الاندثار، ولا يزال يصر على أن يفتش عن التوازن بين العلم والفن، بين الحضارة والطبيعة. وهو

---

1- شبلي-نبيذ أبيض يصنع في منطقة شبلي في جنوب فرنسا

يعرف أن التقصي عن أصلنا يبلغ حجما لا تمسك به أية معادلة ولا تستطيع أية نظرية احتواءه، إنه لحجم دهشتنا أمام السر والجمال.



**الفصل الثاني** يبتدئ منذ ٤،٥ مليار عام على هذا الكوكب الفريد الذي يقع على مسافة ليست بعيدة ولا قريبة أكثر مما ينبغي من شمس ملائمة. وتواصل المادة عملها المضطرب في تشكيل التجمعات. وتتفجر على سطح الأرض، في بوتقات جديدة كيمياء من نوع جديد؛ الجزيئات تتجمع في تراكيب قابلة للتوالد وتكوّن قطرات صغيرة عجيبة. وتظهر بعدها الخلايا البدائية التي تتجمع في كائنات حية تشرع بالتنوع والتكاثر فتستعمر الكوكب وتطلق لحركة التطور الحيواني سبيلا وتفرض قوة الحياة.

ليس بأمر سهل تقبل الفكرة القائلة بأن الحياة تنبثق من المادة الجامدة. لقد اعتبر العالم الحي على مدى القرون شيئا معقدا جدا، ومختلفا جدا، أو بكلمة واحدة شيئا ذكيا أكثر مما يمكن تفسيره دون التدخل الإلهي. اليوم، الموضوع محسوم؛ ينجم عالم الأحياء عن تطورات المادة ذاتها وهو ليس ثمرة مصادفة سعيدة أو معجزة ما. إذاً، كيف حدث الانتقال من الجامد إلى الحي؟ كيف "ابتكر" التطور التكاثر والجنس والموت، هذا الصاحب المتلازم لحياتنا؟

جويل دي روزني (Joel de Rosnay) هو، دون شك، أفضل مَن يجيب على تساؤلاتنا. وهو حامل الدكتوراه في العلوم، المدير السابق لكلية باستور (Pasteur) ومدير مدينة العلوم والصناعة(la cite des sciences et l`industrie) حاليا. وهو أحد الأوائل، الذي قام بجمع شمل معلوماتنا عن أصل الحياة في مؤلف ترك بصمته على جيل كامل. أخصائي في الكيمياء العضوية، ولكنه يمتلك موهبة التبسيط، محرض غير مبال بالتعب يجد نفسه دائما متقدما بعشر سنوات يدخر مؤونة الأفكار الأكثر حداثة في العالم أجمع. رسول لنظرية المنظومات، رائد للاتصال الكلي، يبحث دائما، هو أيضا، في إمكانية التلاؤم بين الإيكولوجية والحضارة الحديثة، بين العالم الحي والتكنولوجيا، وكأنه عرف كيف ينظر إلى كوكبنا بشكل أفضل من مماثليه، مع التراجع الضروري، فهو ينظر إليه من مسافة تمكنه من الرؤية الشمولية ومزيد من الدقة والوضوح. وهو يحافظ على شغفه بالبدايات وصرامة الباحث العلمي.

**الفصل الثالث**، وسط الديكور الجميل للسهول الأفريقية الجافة (savanes) يعلو المسرح " مسخ"، الثمرة الأخيرة لتطور العالم الحي. إنه الإنسان، الحقيقي. حيوان ثديي من الفقريات ومن الرئيسات(القردة العليا) تحديدا، الذي زيادة عن ذلك... إننا أتينا كلنا من قرود إفريقيا، هذا أصبح مؤكدا الآن. أولاد القرود إذاً،

أو بالأحرى، أخلاف ذلك الكائن البدائي الذي في سالف الزمان انتصب لأول مرة على أطرافه الخلفية فنظر إلى العالم من زاوية أعلى من شركائه الآخرين. ولكن، لماذا فعل ذلك؟ ما الذي حثه على أن ينتصب على قدميه؟

لقد مضى أكثر من قرن منذ أن عرفنا قرابتنا مع القرود، ونحن نحاول، بصعوبة، أن نقبل بها. إلا أن تطور العلم الذي يبحث عن أصل الإنسان أحدث في السنوات الأخيرة انفجارا هز شجرة نسبنا هزة قوية جعلت بعض الأصناف ذات الشعر تسقط عنها...إننا نُمسك اليوم وحدة الزمن والمكان التي تجيز لنا إخراج هذا الفصل الثالث، فصل الكوميديا البشرية. وكأن الإنسان أخذ التناوب عن المادة، فقبض على حفنة ملايين السنين ليطور بدوره الأشياء الأكثر تعقيدا: الأدوات، الصيد، الحرب، العلم، الحب(دائما) وذلك الميل الغريب إلى أن يتساءل عن نفسه، ذلك الميل الذي لا يكفّ عن نهشه. كيف اكتشف كل هذه الابتكارات الجديدة؟ لماذا يتطور عقله دون توقف؟ ماذا حدث لهؤلاء الأسلاف الذين أخفقوا في امتحان التطور؟

إيف كوبين (Yves Coppens) البروفيسور في كوليج دي فرانس (College de France) وقع صغيرا جدا في مرجل علم المستحاثات. وهو مازال طفلا أخذ يجمع المستحاثات ويحلم أمام مواقع الغاليين. لم يتوقف بحثه عن آثار مرور أجداده القدامى ودخل

مجال علم الأصول في الوقت الذي كان هذا الأخير يعيش في أفريقيا أعظم مراحله الملحمية. لقد اكتشف وزملاؤه أشهر الهياكل العظمية: لوسي، الأسترالوبيثيكة الشابة (الجميلة؟)، التي ترقى إلى ٣،٥ مليون سنة، الميتة في ريعان شبابها. بالنسبة لهذا الباحث اللطيف والحليم في العظام المتحجرة، وبالنسبة لزملائه، ولادة البشرية ليست بحادثة عرضية بل تدخل وتشترك في صيرورة الكون ذاتها التي نمثل براعمها الأخيرة. وهو مثل زملائه يعرف مقاييس الزمن: فما هي آلاف السنين من عمر حضاراتنا بالمقارنة مع الملايين، التي احتاج إليها الإنسان ليتحرر من حيوانيته؟ وما قيمة واقع حداثتنا المزري أمام ١٥ مليار عام كان لا بد منها لكي يتشكل تعقيدنا؟



لم تنتهِ قصتنا بعد بالتأكيد. هل نتجرأ أن نقول: إنها قد بدأت؟ لأن التعقيد، كما يبدو، يستمر في الارتقاء والتطور في التسارع، فلا نستطيع وقف روايتنا عند عصرنا الغريب العجيب دون أن نسأل أنفسنا هذا السؤال الأخير: إلى أين نحن ذاهبون؟ كيف ستستمر هذه المغامرة الطويلة، التي كانت كونية، كيميائية، بيولوجية وقد أصبحت الآن ثقافية؟ ما مستقبل الإنسان والحياة والكون؟ بالطبع، لا يستطيع العلم أن يجيب على كل هذه الأسئلة، ولكن بإمكانه أن يورد بعض التكهنات الجميلة.

كيف سيتابع الجسم تطوره؟ ماذا نعلم عن تطور الكون؟ هل يوجد هنالك أشكالا أخرى للحياة؟ سنناقش هذه المواضيع، نحن الأربعة، عوضا عن الخاتمة.

هنالك تحذير آخر. لقد أردنا أن نتجنب هنا كل إغراء بالحتمية وكل قرار غائي. نرجو أن يعذرنا القارئ إذا فاتتنا، في سبيل تسهيل الفهم، بعض الكلمات الدقيقة. لا، لا نستطيع أن نقول أن المادة "تبتكر" والطبيعة "تصنع" والكون "يدري". إن هذا "المنطق" في التنظيم ليس أكثر من إثبات حالة والعلم يمتنع عن رؤية أي قصد فيه. فليفسر كل واحد منا كما يحلو له. وإذا ما بدت قصتنا ذات معنى بعد كل شيء، فإننا لا نستطيع لهذا التأكيد على أن ظهورنا كان لا بد منه، على الأقل على هذا الكوكب الصغير! ومَن يستطيع أن يقول كم من درب عقيم سلك التطور قبل أن يحتفل بولادتنا؟! ومَن يستطيع أن ينفي أن هذه النتيجة لا تزال هشة للغاية؟

أجل! إنها لأجمل قصة عن العالم لأنها قصتنا. إننا نحملها في أعماقنا، أجسامنا مركبة من ذرات الكون، خلايانا تختزن جزءا صغيرا من المحيط البدائي، معظم صبغياتنا مشتركة مع جيراننا الرئيسيات، دماغنا يحتوي على طبقات تطور الذكاء، وعندما يتكون الإنسان الصغير في بطن أمه فهو يعيد، بسرعة، مسافة تطور الحيوان.

إنها لأجمل قصة عن العالم، ومَن يستطيع أن ينكر ذلك؟

ولكن كيفما كانت رؤانا، صوفية أم علمية، التي نكونها عن أصلنا، وكيفما كانت قناعتنا، قائلة بالحتمية أم ارتيابية[١]، دينية أم لا أدرية[٢]، ليس في قصتنا سوى المغزى الواحد ذي القيمة، المعلومة الوحيدة الجوهرية: لسنا سوى شرارة تافهة مثيرة للسخرية بالنسبة للكون. هل نستطيع بلوغ تلك الحكمة، التي تجعلنا لا ننسى ذلك.

*Dominique Simonnet*

---

1- الارتيابية أو مذهب الشك أو الارتياب، يشك في مبادئ الدين الأساسية كالخلود والروحي

2- اللا أدرية أو مذهب اللاأدريين القائلين بإنكار قيمة العقل وقدرته على المعرفة (المترجم)

# الفصل الأول

# الكون

# المشهد الأول
# الشواش

المسرح أبيض لا نهائي. ليس هنالك سوى نور عنيد، نور الكون اللا نهائي. شواش المادة التي ليس لها معنى ولا اسم بعد... ولكن ماذا قبله؟

Dominique Simonnet: *انفجار نور في ليل الزمن، هذه هي بداية قصتنا، أصل الكون، الذي يتكلم عنه العلم في السنوات الأخيرة.إلا أننا، وقبل أن نبدي اهتمامنا في هذه الظاهرة، لا نملك إلا أن نسأل هذا السؤال الساذج: ما الذي كان قبله؟*

Hubert Reeves: عندما نتكلم عن بداية الكون، نصطدم دائما بالقاموس. تشير الكلمة (أصل) بالنسبة لنا إلى حادث له وقع في الزمن. مثلا، تاريخنا الشخصي يبدأ في لحظة الوصال الحميم الذي جمع بين والدينا فأتينا منه إلى النور. إنه مرتبط بشيء ما(قبله) وبشيء ما (بعده). وبإمكاننا أن نؤرخه ونسجله في مجرى التاريخ. ونوافق كذلك على أن العالم كان موجودا قبل هذه اللحظة.

- *ولكننا نتكلم هنا عن البدايات الأولى...*

- وهنا، بالضبط، الفرق الكبير. لا نستطيع اعتبارها حادثا شبيها بالأحداث الأخرى. نحن في وضع المسيحيين الأوائل الذين كانوا يتساءلون عما كان يفعل الله قبل أن يخلق العالم. وكان الجواب الشائع: "إنه كان يجهز الجحيم لأولئك الذين يسألون هذا السؤال "... ولكن القديس أوغستين لم يشارك هذا الرأي. لقد أدرك صعوبة هذا السؤال الذي يفترض وجود زمن ما (قبل) الخليقة، فكان جوابه أن عملية الخلق لا تخص المادة وحسب، بل والزمن أيضا. وهذه وجهة النظر قريبة جدا من وجهة نظر العلم الحديث التي تقول أن الكون، المادة والزمن غير قابلين للانفصال؛ إنهم يظهرون سوية وفقا لعلم الفضاء الحديث. وإذا ما كان ثمة أصل للكون، فهو أصل الزمن أيضا. ولا شيء (قبله) إذاً.

- *تقول " إذا ما كان ثمة أصلا للكون" ... هل يعني هذا أن أصل الكون ليس بأمر يقين؟*

- لا نعلم شيئا عنه. إن أعظم اكتشافات هذا القرن هو أن الكون ليس ثابتا ولا أزليا كما كان يظن معظم علماء الماضي. ونحن اليوم مقتنعون بأن الكون له تاريخ، ولم يتوقف عن التطور، مخففا كثافته، مخفضا حرارته، مكونا ذاته. وملاحظاتنا ونظرياتنا تسمح بإعادة السيناريو والتوغل في الزمن مؤكدة لنا أن هذا التطور مستمر منذ ماضي بعيد يرقى بتقديرنا إلى فترة فيما

بين ١٠ و١٥ مليار عام. بين أيدينا الآن عناصر علمية عديدة تجيز لنا أن نثبت صورة الكون في ذلك الحين؛ إنه كان في حالة تشويش تام، لم يوجد فيه مجرات ولا نجوم ولا جزيئات ولا ذرات ولا حتى نوى ذرية... لم يكن الكون سوى غليان هائل من مادة لا شكل لها تصل حرارته إلى مليارات المليارات درجة. وهذا ما نصطلح عليه بتسمية " الانفجار الكبير".

*-ولا شيء قبله؟*

ليس لدينا أصغر عنصر علمي يرقى إلى زمن سابق لهذا الحادث، ولا أدنى دليل يسمح لنا بأن نتوغل في الماضي الأكثر عمقا. إن كل نتائج المراقبة وكل المعلومات التي حصلنا عليها في مجال الفيزياء الفضائية تتوقف عند هذا الحد. هل يعني ذلك أن الكون بدأ منذ ١٥ مليار عام؟ هل الانفجار الكبير هو البداية؟ لا ندري.

*-ومع ذلك، هذا ما ندرسه في المدارس:" لقد ابتدأ الكون بالانفجار الكبير، انفجار نور عظيم حدث منذ ١٥ مليار عام"، وهذا ما يردده الباحثون منذ بضعة أعوام.*

-يبدو، على الأرجح، أننا لم نوضح جيداً ولم نفهم جيدا. لا نستطيع أن نتكلم عن أية " بداية"، أو عن أي انطلاق حقيقي إذا لم نكن على يقين بأنه لا شيء قبله على الإطلاق. ولكن، في ظروف هذه الحرارة العالية، معلوماتنا عن الزمن والكون والطاقة

والحرارة تصبح غير قابلة للتطبيق وقوانيننا تفقد صلاحيتها، فنجد أنفسنا مجردين منها تماما.

*-أليس هذا نوعا من التهرب العلمي؟ عندما نسرد قصة ما يكون لها بداية دائما. وبما أننا نتكلم عن "تاريخ" الكون، فليس من الغباء أن نبحث عن بدايته.*

-طبعا، إن كل القصص عندنا كان لها بداية. ولكن يجب أن نحذر التعميم. نستطيع أن نقول هذا الشيء عن ساعة فولتير (Voltaire)؛ إن وجود الساعة، بحسب رأيه، يبرهن على وجود الساعاتي. وهذه المحاكمة ممتازة في مقاييسنا، ولكن، هل هي ما زالت ممتازة بالنسبة لـ(ساعة) الكون؟ لست متأكدا من ذلك. إضافة إلى ذلك، كما قال هايديغير (Heidegger)، يجب أن نعرف إذا ما كان منطقنا بمثابة قرار المحكمة الأعلى، أي إذا ما كان ممكنا تعميم المحاكمات المسموح بها على الأرض إلى الكون برمته. إن القضية الحقيقية الوحيدة، هي قضية وجودنا، قضية الواقع، قضية شعورنا: لماذا الوجود أسبق من العدم؟ -كان يتساءل ليبنتس (Leibniz) ولكن هذا السؤال فلسفي بحت وليس بمقدرة العلم أن يجب عليه.

## آفاق معلوماتنا

*-هل نستطيع إذا، من أجل الإحاطة بهذه المعضلة، أن نعّرف الانفجار الكبير كبداية للكون والزمن؟*

- بالإمكان أن نعرّفه بالأحرى كاللحظة التي يصبح فيها ممكننا استخدام معلوماتنا. إن الانفجار الكبير، في الواقع، هو حد لآفاقنا في الكون والزمن. وإذا ما اعتبرناه بداية قصتنا، فهذا من أجل السهولة ولعدم توافر الأفضل. إننا كمستكشفين على شاطئ محيط واسع لا نرى إذا ما كان ثمة شيء وراء الأفق.

- *إذا ما فهمت جيدا، يكون الانفجار الكبير في الحقيقة طريقة للتحديد وليس حدا للعالم وإنما حد لمعارفنا.*

- بالضبط! ولكن، حذار! هذا لا يعني أبدا أن الكون لا أصل له. لنقول، مرة أخرى، أننا لا نعلم شيئا عنه ولنتفق، للتسهيل، أن مغامرتنا قد بدأت منذ ١٥ مليار عام من هذا الشواش اللانهائي وغير المكون بعد، الذي أخذ يتشكل ببطء شديد. وهذا، في كل الأحول، بداية قصتنا عن العالم، تلك التي استطاع علم اليوم إعادة كتابتها.

- *يكتفي العلماء بالمفاهيم المجردة ليتخيلوا الانفجار الكبير، ولكن الآخرين يحتاجون إلى المجاز. وغالبا ما نصوره ككرة من مادة مكثفة تنفجر بلمعان هائل عظيم وتملأ الكون بأكمله.*

- ليس التشبيه بحجة. يفترض هذا التصور وجود كونين، يكون أحدهما ممتلئا بالنور والمادة ويغزو تدريجيا الكون الثاني الذي يجب أن يكون فارغا وباردا. في نموذج الانفجار الكبير ليس

سوى كون واحد ممتلئ نورا ومادة بانتظام ويوجد في حالة تمدد شامل: كل النقاط فيه تبتعد بعضها عن بعض على نمط واحد.

*-يصعب علينا أن نتخيل ذلك. ما الصورة التي يمكن أن نكونها عن الانفجار الكبير؟*

-نستطيع، عند الاقتضاء، الاحتفاظ بصورة الانفجار إذا ما وافقنا على أنه يحدث في كل نقطة من فضاء هائل قد يكون(وليس أكيدا) لا متناهيا. يصعب علينا تخيله بالتأكيد، ولكن، هل يجب أن يدهشنا ذلك؟ عندما نتعامل بمثل هذه المقاييس تواجه كفاءاتنا ميادين غير مألوفة وتكون تصوراتنا غير متوافقة نوعا ما.

## وماذا عن الله

*-متناهية كانت أم غير متناهية وإنما الصورة في شكلها هذا تتناسب جدا مع صورة الخلق في الكتاب المقدس: " وكان النور"*

-وهذا التشابه، من جهة أخرى، أساء لفترة طويلة إلى مصداقية نظرية الانفجار الكبير، التي طرحت لأول مرة في العام ١٩٣٠. ذلك خاصة بعد تصريح البابا بيوس الثاني عشر(Pie XII) الذي قال فيه: لقد اكتشف العلم "fiat lux" (ليكون نور). وكان موقف الشيوعيين في موسكو آنذاك أيضا موقفا مبينا. فقد توصلوا، بعد أن رفضوا حماقات البابا كليا، إلى أن هذه النظرية

كان بإمكانها أن تدعم العقيدة الشيوعية بمادية التاريخ: (وكما أكد لينين...). غير أن الانفجار الكبير، على الرغم من هذه الاستنتاجات ذات التوجه الديني والسياسي، شق طريقه واستطاع أن يفرض نفسه. وخلال العقود الماضية كانت الأدلة والبراهين تتكدس دون انقطاع لصالح هذه النظرية. واليوم يعترف علماء الفضاء في غالبيتهم العظمى بأن نظرية الانفجار الكبير تقدم السيناريو الأفضل لتاريخ الكون، ذلك ما عدا الفيزيائي الإنكليزي فريد هويل (Fred Hoyle) الذي ظل يدافع بحماسة عن فكرة الكون الثابت، وهو الذي أطلق على النظرية، مستهزئا منها، اسم "الانفجار الكبير"، ثم انتشرت هذه التسمية.

*-ليس فاضحا، على كل حال، أن يعثر العلم في طريقه على الدين.*

-شرط أن لا تختلط مناهجهما الخاصة. فالعلم يبحث كي يفهم العالم. وتكرس الدين(والفلسفات) بصورة عامة، للرسالة التي غايتها أن تعطي الحياة معنى. بإمكان العلم والدين أن يتنوّر كل منهما بما يقدمه الآخر، ولكن على شرط أن يبقى كل منهما في ميدانه الخاص. فكلما حاولت الكنيسة أن تفرض مفهومها على العالم كان هنالك التنازع والشقاق. لنتذكر غاليليه الذي كان يقول لخصومه اللاهوتيين: " قولوا لنا كيف نذهب إلى السماء ودعونا نقول لكم كيف هي السماء." لنتذكّر أيضا

معارضة الكهنوت لنظريات داروين. إن العلم يهتم بالحوادث المرئية والمحسوسة ولا يسمح لنفسه بأن يعلل ما وراء الظاهر. ومع ذلك، وبعكس الرأي المنتشر، لا يستبعد العلم الله. إلا إنه لا يستطيع أن يبرهن وجوده كما لا يستطيع أن ينفيه. فهذا الخطاب غريب بالنسبة له.

*- ليس فقط الديانة المسيحية بل وميثولوجيا الشعوب العديدة تفسر خلق العالم أيضا بانفجار النور. وهذا مقلق رغم كل شيء، أليس كذلك؟*

- إن صورة الشواش البدائي، الذي يتحول تدريجيا إلى كون منظم واردة بالفعل في الكثير من الروايات القديمة وهي شائعة للعديد من المعتقدات. نجدها عند المصريين والهنود الحمر في أمريكا الشمالية ولدى السومريين. وغالبا ما يتجسد هذا الشواش في صورة مائية غارقة في الظلام. " لم يوجد شيء سوى السماء الفارغة والبحر الهادئ في الليل الغمر" - يسرد تقليد المايا. ويقول نص بابلي: " كانت الأرض كلها بحرا ". ونقرأ في سفر التكوين ": كانت الأرض فراغا لا شكل له. وكان الظلام يخيم عليها. وكان روح الله يرفرف فوق الماء.". كثيرا ما تستخدم أيضا صورة البيضة المجازية. في داخل البيضة سائل متجانس ظاهريا يتحول إلى صوص. إنه لتصور جميل عن تطور العالم! لدى الصينيين تتشطر البيضة إلى شطرين، أحدهما السماء والآخر الأرض. وفي حين أن

الشواش يبدو في ميثولوجيا الشعوب مرتبط بالماء والظلمة، هو، في نظر علم الفضاء، على العكس، مكون من الحرارة والنور.

*-ومع ذلك، فإن وجود العناصر المماثلة في كل من العرض العلمي والأساطير القديمة شيء لا يمكن إنكاره.*

-هل في ذلك مصادفة؟ أو أنه إدراك حدسي؟ ومهما يكن من أمر، فما سنراه خلال متابعة هذا العرض، أننا نتكون من غبار الانفجار الكبير. وقد نحمل في ذواتنا ذاكرة الكون.

## اكتشاف التاريخ

*-كيف تم الوصول إلى فكرة الشواش البدائي وتطور الكون؟*

-منذ ألفي عام اعتبر التقليد الفلسفي الكون أزليا وثابتا. لقد أبان أرسطو فكرته بوضوح وقد ظلت نظرياته مسيطرة على الفكر الغربي أكثر من ألفي عام. وبحسب رأيه تتكون النجوم من مادة خالدة والمناظر السماوية لا تتغير أبدا. ولكننا نعلم اليوم، بفضل الوسائل التكنولوجية الحديثة أنه كان على خطأ. إن النجوم تولد وتموت بعد أن عاشت بضعة ملايين أو مليارات من السنين. إنها تتألق مستهلكة وقودها النووي، ثم تنطفئ عندما يستنفد كليا. بإمكاننا حتى أن نحدد عمرها.

*-لا أحد أبدا طرح الفكرة بأن السماء يمكن أن تتغير؟*

-بلى، عديد من الفلاسفة كانوا يظنون ذلك ولكن رؤاهم لم يؤخذ بها. كان لوكريس (Lucrece)، أحد فلاسفة روما الذي عاش في القرن الأول ق. م، يؤكد على أن الكون لا زال في شبابه. كيف توصل إلى هذه القناعة المتقدمة جدا على زمانه؟ لقد كان يتبع تأويلا ذكيا فيقول لنفسه " منذ طفولتي أشاهد أن التقنيات من حولي تقدمت كثيرا. إننا نحسّن في أشرعة سفننا، نخترع أسلحة بفعالية أكثر فأكثر، نصنع آلات موسيقية برقة متزايدة... ولو كان الكون أزليا، لكان كل هذا التقدم قد حدث مائة مرة، ألف مرة، بل مليون مرة حتى الآن. وكان يجب بالتالي أن أعيش في عالم مكتمل لا يتغير أبدا. وطالما أني شهدت الكثير من التقدم خلال بضع سنين من عمري، إذاً، فأن الكون لم يكن منذ الأزل..."

*-إنه لاستنتاج جميل...*

-وهذا ما يؤكده علم الفضاء من خلال ثلاثة إثباتات:

١ -الكون لم يكن دائما موجودا.

٢ -إنه في حالة التغير.

٣ -هذا التغير هو تحول مستمر من الأقل فعالية إلى الأكثر فعالية، أي من البسيط إلى المركب.

## آلة الرجوع في الزمن

*-ما الاكتشافات التي يستند إليها العلم الحديث؟*

- . نكتشف بفضل آلاتنا المستخدمة في الفيزياء وعلم الفضاء آثارا من ماضي الكون. ونستطيع إعادة صياغة التاريخ كما يستعيد الأخصائيون بعصور ما قبل التاريخ ماضي البشرية انطلاقا من الآثار المتروكة في الكهوف. ولكننا في وضع أفضل منهم؛ إننا نستطيع مشاهدة الماضي مباشرة.

- *كيف ذلك؟*

- في مقاييسنا يسافر الضوء بسرعة كبيرة جدا، ٣٠٠ ألف كيلومتر في الثانية، وإنما هذه السرعة تافهة في مقاييس الكون. يصل إلينا ضوء القمر في ثانية واحدة، وضوء الشمس في ثمان دقائق، ولكنه يحتاج إلى أربع سنوات ليقطع المسافة من أقرب النجوم إلينا وثمان سنوات من فيغا (Vega) وملايين السنين من بعض المجرات. وتسمح لنا المناظير الفضائية برصد نجوم بعيدة جدا، كالكازارات[1] (quasars) على سبيل المثال التي ضياؤها أقوى بعشرات آلاف مرة من ضياء مجرتنا بكاملها وتقع بعض منها على مسافة ١٢ مليار عام ضوئية. إذاً فإننا نراها كما كانت منذ ١٢ مليار عام.

- *عندما توجهون مناظيركم الفضائية إلى منطقة معينة في الكون تشاهدون إذاً لحظة من تاريخها.*

1- كازار-ينبوع موجات كهربائية في الفضاء لا تزال طبيعته موضع جدال (المترجم)

- بالضبط. المنظار الفضائي آلة الرجوع في الزمن. وإنما، بعكس الباحثين في التاريخ، الذين لن يتاح لهم أبدا فرصة أن يشاهدوا مليا روما القديمة، يستطيع علماء الفضاء مشاهدة الماضي حقيقة ورصد النجوم كما كانت سابقا. ونحن نرى سديم أوريون (Orion) كما كان في نهاية الإمبراطورية الرومانية. ومجرة أندروميد (Andromede) المرئية بالعين المجردة ليست إلا صورة عنها عمرها مليوني عام. ولو نظر سكان أندروميد إلى كوكبنا في هذه اللحظة، لكانوا قد شاهدوه بنفس الانزلاق الزمني، لكانوا قد اكتشفوا أرض أوائل البشر.

- *هل يعني ذلك أن السماء التي نراها في الليل، النجوم التي نشاهدها، عشرات آلاف النجوم والمجرات ليست سوى أوهام، تراكم صور من الماضي؟*

- في المعنى الدقيق للكلمة، لا نستطيع أبدا رؤية حالة العالم في اللحظة الحاضرة. عندما أنظر إليك أراك في حالة كنت فيها منذ واحد بالمائة من الميكروثانية، الوقت الذي يحتاجه الضوء ليبلغني. ومع أنه غير مدرك بحواسنا، فأن واحدا بالمائة من الميكروثانية زمن طويل جدا في مقاييس الذرة. لكن الناس لا تختفي في هذه البرهة الوجيزة من الزمن وبإمكاني أن أضع دون مجازفة الافتراض بأنك ما زلت هنا. ونفس الشيء بالنسبة للشمس، فهي لا تتغير خلال الدقائق الثمانية التي يصل بها الضوء

إلينا. والنجوم التي نراها في الليل بالعين المجردة، تلك التي تكوّن مجرتنا، هي أيضا قريبة نسبيا. ولكن الأمر مختلف فيما يتعلق بالنجوم القاصية التي نكتشفها بالمناظير الفضائية الضخمة. ثمة احتمال في أن الكازار، الذي نراه بعد ١٢ مليون سنة ضوئية لم يعد موجودا اليوم.

*-هل يمكن أن نرى إلى أبعد من ذلك، أن نتوغل أكثر عمقا في الزمن حتى هذا الأفق الشهير، الانفجار الكبير؟*

-كلما توغلنا في الزمن، كلما غدا الكون أكثر عتمة. وبعد حد معين لم يعد يستطيع الضوء الوصول إلينا. وهذا الأفق يتوافق مع زمن حيث كانت الحرارة حوالي ثلاثة آلاف درجة. وحسب ساعة الانفجار الكبير الاصطلاحية كان عمر الكون حينه ٣٠٠ ألف عام.

## البراهين على الانفجار الكبير

*-يبقى الانفجار الكبير إذاً شيئا مجردا إلى حد بعيد. حتى من الممكن أن نتساءل ألا يكون نتاجا خالصا عن خيال العلماء، أهو واقع حقيقي؟*

-ككل نظرية علمية، تتأسس نظرية الانفجار الكبير على مجموعة من الملاحظات وعلى نظام رياضي (النسبية العامة لأينشتاين) قادر على أن يستخرج منها قيما رقمية. وإذا كانت هذه

النظرية معقولة، فهذا لأنه سبق وتنبأت بنتائج الكثير من الملاحظات بشكل دقيق ولأن هذه التنبؤات تم إثباتها. وهذا ما يدل على أن الانفجار الكبير ليس مجرد نتاج خيال العلماء، بل إنه من العالم الواقعي.

*-فليكن. ولكن كيف نستطيع أن نصفه ما دمنا لا نستطيع رؤيته؟*

-إننا نرى مظاهر كثيرة عنه. حوالي عام ١٩٣٠ تحقق الفلكي الأمريكي إدوين هابل (Edwin Hubble) من أن المجرات تبتعد عن بعضها بسرعة تتناسب مع مسافتها. شيء مثل كعكة نضعها في الفرن؛ بقدر ما تنتفخ الكعكة تبتعد حبات الزبيب فيها بعضها عن بعض. وقد تم إثبات هذه الحركة للمجرات في جملتها المسماة "تمدد الكون" حتى سرعات تعادل عشرات آلاف الكيلومترات في الثانية. وهذا التمدد وفقا لنظرية النسبية العامة لأينشتاين يبين الانخفاض التدريجي لحرارة الكون. وتعادل حرارته حاليا ثلاث درجات مطلقة تقريبا، أي أقل من ٢٧٠ درجة مئوية تحت الصفر. هذا الانخفاض الحراري مستمر منذ ١٥ مليار عام.

*-كيف عرفنا ذلك؟*

-لنحاول أن نستعيد السيناريو في الاتجاه المعاكس. كلما رجعنا في الزمن، كلما اقتربت النجوم بعضها من بعض وأصبح الكون بالتالي أكثر فأكثر كثافة، وأكثر فأكثر حرارة

وأكثر فأكثر سطوعا. ونصل كذلك إلى آونة، حوالي ١٥ مليار عام، حيث تبلغ الحرارة والكثافة قيما هائلة. وهذا ما اصطلحنا على تسميته بالانفجار الكبير.

- *وكعكتنا هي كرة من العجين؟*

- المقارنة، كما قلت، تخدع. يوحي التشابه بالكعكة بأن الكون كان أصغر مما هو اليوم. إنما ليس بشيء أقل يقينا من ذلك. من المحتمل أنه كان لا متناهيا ومن المحتمل أيضا أنه كان دائما كذلك...

- *لحظة! كيف نستطيع أن نتصور أن الكون الذي كان لا متناهيا منذ البداية أخذ يكبر؟*

- إن كلمة "يكبر" لا معنى لها بالنسبة لفضاء لا متناهي. لنقل ببساطة أنه يقلل من كثافته. ولكي نفهم بشكل أفضل، نستطيع أن نتخيل كونا في بعد واحد، كمسطرة مرقمة تمتد إلى ما لا نهاية باتجاه اليسار وباتجاه اليمين. لنتخيل الآن أنها تأخذ بالتمدد، أي أن كل علامة من السنتيمترات تبتعد عن التي في جوارها. لقد ابتعدت الإشارات عن بعضها ولكن المسطرة ظلت لا متناهية.

- *نتوقع أن اكتشاف حركة المجرات هذه ليس البرهان الوحيد على الانفجار الكبير.*

- يوجد كثير غيره. لنأخذ، على سبيل المثال، عمر الكون. نحن نستطيع قياسه بطرق مختلفة؛ من خلال حركة المجرات، من

خلال عمر النجوم(بتحليل نورها) أو من خلال عمر الذرات (بتقدير نسب البعض منها التي تتفكك مع الزمن). إن فكرة الانفجار الكبير تقتضي أن يكون عمر الكون أكبر من عمر النجوم الأكثر هرما ومن الذرات الأطول عمرا. حسنا! في كل الحالات الثلاث، نجد قيما قريبة من ١٥ مليار عام مما يدعم ثقتنا بنظرياتنا. وبالإضافة، لدينا أيضا مستحاثاتنا...

## مستحاثات الكون

- *المستحاثات؟ ليست قواقع ولا عظام على كل حال...*

- المقصود هنا ظواهر فيزيائية تعود إلى أزمنة أكثر قدما في الكون وتمكننا خصائصها من إعادة تشكيل الماضي، كما يفعل ذلك علماء الآثار استنادا إلى بقايا العظام. وإليكم على سبيل المثال الإشعاع "المتحجر" القادم من زمن كانت تبلغ فيه حرارة الكون بضعة ملايين الدرجات. إنه لأثر من النور العظيم الذي كان في ذلك الحين، قليلا بعد الانفجار الكبير، وميض باهت موزع بانتظام في الكون يصل إلينا بشكل موجات إشعاعية قصيرة جدا تكتشفها الهوائيات (antennes) الموجهة في كل اتجاهات السماء. وهو صورة الكون منذ ١٥ مليار عام، أقدم صورة للعالم.

- *ليس الفضاء بين النجوم فارغا إذاً؟*

- يتألف الضوء من جزئيات تدعى بالفوتونات (photones) ويحتوي كل سنتيمتر مكعب من الفضاء على ٤٠٠ من هذه الحبيبات الضوئية التي في غالبيتها الكبيرة تسافر منذ أزمنة الكون الأولى، وتصدر البقية عن النجوم.

- *كيف أمكن تعدادها؟*

- إننا نقيس في الواقع حرارة الفضاء. ونستطيع قياسها بدقة كبيرة بواسطة المسابر الفضائية، وتعادل حرارة الفضاء ٢٧١٦ درجة مطلقة. وبما أن ثمة علاقة بين الحرارة وعدد الفوتونات فيعطي الحساب ب٤٠٣ وحدة ضوئية في كل سنتمتر مكعب. جميل، أليس كذلك؟

- *جيد بالفعل.*

- الجدير ذكره هنا أن الفيزيائي الفلكي جورج غاموف (George Gamov) تنبأ بوجود هذا الإشعاع المتحجر في عام ١٩٤٨، أي سبعة عشر عاما قبل أن نشاهده في الحقيقة. وبحسب رأيه كان هذا الوميض استنتاجا ضروريا من النظرية الانفجار الكبير.

- *ما كانت النظرية تتوقعه يتطابق إذاً بما نشاهده اليوم؟*

- يعطينا المنظار الفضائي هابل (Hubble) إثباتات أخرى كثيرة. ومنها مثال حديث؛ نحن نرى مجرة بعيدة كما كانت في زمن كان فيه الكون أسخن. وبفضل هذا المنظار الفضائي استطعنا

تحديد حرارة الإشعاع الذي تسبح فيه مجرة تقع على ١٢ مليار عام ضوئية، وهي ٧،٦ درجة. وهذه هي الدرجة من الحرارة المتوقعة من خلال النظرية. أثناء زمن سفر الضوء انخفضت الحرارة إلى ٢،٧ درجة مما يؤكد أننا نعيش في كون تنخفض حرارته تدريجيا.

## سواد الليل

- *هل لديك أدلة أخرى؟*
- تعد ذرات الهليوم (helium) أيضا من المستحاثات. وكثافتها النسبية في الكون تتناسب هي أيضا مع النظرية وتشير إلى أن الكون في الماضي بلغ حرارة تعادل عشرة مليارات درجة. هنالك أيضا إثباتات غير مباشرة، كظلام السماء الليلي.
- *وكيف يؤكد ظلام السماء الليلي على أن الكون يتطور؟*
- إذا ما كانت النجوم خالدة كما كان يدعي أرسطو، فأن كمية الضوء الذي تحرره في زمن لا متناه، يجب أن تكون هي أيضا لا متناهية. ويفترض أن تكون السماء، في هذه الحال، مضيئة للغاية. لماذا ليست هي كذلك؟ لقد أتعب هذا اللغز الفلكيين مدى قرون. ونعلم اليوم أن السماء إذا كانت مظلمة، فهذا لأن النجوم لم توجد دائما. مدة ١٥ مليار عام ليست كافية ليمتلئ الكون نورا وخاصة عندما تكبر المسافة بين النجوم دون توقف. ظلام الليل دليل إضافي على تطور الكون.

*-وماذا بعد ذلك؟*

-نجد دليلا غير مباشر لصالح فكرة الكون في حالة التبدل يأتينا مباشرة عن نظرية النسبية العامة. إن هذه النظرية المصوغة في عام ١٩١٥ لا تسمح للكون أن يكون ساكنا. ولو استطاع أينشتاين قراءة الرسالة المتضمنة في المعادلات التي وضعها بنفسه، لكان بإمكانه أن يتنبأ بأن الكون يتطور خمسة عشر عاما قبل أن يكتشف ذلك غيره.

*-إذن، لم يعد يوجد اليوم ما يعارض نظرية الانفجار الكبير؟*

-لنقل بالأحرى إن في سوق النظريات الفضائية يكون الانفجار الكبير الاختيار الأفضل. ليس ثمة سيناريو منافس بإمكانه أن يفسر بمثل هذا الشكل البسيط والطبيعي المجموعة المؤثرة من الملاحظات التي حققناها. وليس من نظرية استطاعت القيام بتنبؤات ناجحة بهذا المقدار... طبعا، سيناريو الانفجار الكبير ليس مرضيا تماما ويحتوي على جوانب ضعيفة كثيرة وبعض النقاط الغامضة، إنه برنامج يتحسن من خلال تردده وتلمسه. دون شك، سنغير فيه أو نضعه في نموذج أكثر شمولية، ولكن من المفروض أن لا يتغير في جوهره.

*-ما المستند الذي يقوم عليه هذا الجوهر؟*

-يستند سيناريو الانفجار الكبير في جوهره إلى بضعة إثباتات بسيطة وهي؛ إن الكون ليس ساكنا؛ إنه يبرد ويتخلخل؛

وبخاصة أن المادة، وهذا بالنسبة لنا عنصر مركزي، تنتظم تدريجيا. تتجمع الجسيمات البدائية في الأزمنة الأكثر قدما بعضها مع بعض لتكوّن بنى أكثر فأكثر تعقيدا. وكما كان يظن لوكريس (Lucrece) في زمانه، فإن التطور تحول مستمر من "البسيط" إلى "المركب"، من الأقل فعالية إلى الأكثر فعالية. فتاريخ الكون هو تاريخ المادة في سبيلها إلى التنظيم.

# المشهد الثاني
# الكون ينتظم

حسب ترتيب الظهور على خشبة المسرح، جسيمات صغيرة جدا في حالة فوضى لا توصف وبعدها- نتيجة لجمع هذه الجسيمات الأولية- الذرات الأولى التي تحاول أيضا تشكيل روابط متفجرة في قلب نجوم مضطرمة.

## حساء الحروف

*- يبدأ تاريخ التعقيد. نحن الآن عند افق ماضينا، منذ حوالي ١٥ مليار عام. ما الذي كان يتألف منه الكون في ذلك الحين؟*

- كان الكون هريسة متجانسة من الجسيمات البدائية، أي الإلكترونات (تلك التي في التيار الكهربائي)، الحبيبات الضوئية أو فوتونات(photones)، كواركات[١] (quarks)، نيوترينات[٢]

1- كوارك-دقيقة أولية أساسية يفترض أنها تدخل في تكوين كل الجزئيات البدائية المعروفة
2- نيوترينو-دقيقة أولية متعادلة ذات كتلة أصغر من كتلة الإلكترون

(neutrinos) ومجموعة من عناصر أخرى كغرافيتونات (gravitons) وغليونات (gluons). ونطلق على هذه الجسيمات الاسم (البدائية)، لأنه، كما نظن، لا يمكن تقسيمها إلى جزئيات أصغر.

- *إنها هريسة بدائية، كما اعتدنا أن نقول. وهذا يعني أن كل شيء فيها ممتزج، مشوش ومخل بالنظام.*

- أود أن أشبهها بالحساء المتآلف من قطع عجين على شكل حروف الأبجدية الذي كنا نتناوله ونحن أطفال وكنا نتمتع بأن نكتب بها أسماءنا. في الكون، هذه الحروف، أعني الجسيمات البدائية، سوف تتجمع في كلمات وسترتبط هذه الكلمات بعضها ببعض لتشكل جملا مفيدة وسترتبط هي بدورها لتشكل فقرات، ثم فصولا، ثم كتبا... وعلى كل مستوى، تتجمع العناصر لتشكل تراكيب جديدة على مستوى أعلى يملك كل منها ميزات لا تملكها العناصر التي يتكون منها. نتحدث عن "ميزات منبعثة". تتجمع الكواركات في البروتونات (protons) والنيوترونات (neutrons). وهذه ستجتمع فيما بعد في الذرات التي ستشكل الجزيئات البسيطة ثم ستكوّن هذه الجزيئات البسيطة الجزيئات المركبة... هذا هو هرم أبجدية الطبيعة.

- *كم احتاج ذلك من الزمن؟*

- خلال العشرات الأولى من الميكروثانية بعد الانفجار الكبير، يكون الكون صهارة شاسعة من الكواركات والغليونات (gluons). وفي حوالي واحد من الأربعين من الميكروثانية عندما انخفضت الحرارة تحت ١٠^١٢(مليون مليون) درجة مئوية تتجمع الكواركات لتشكل أول النوى الذرية (nucleons) المكونة من البروتونات والنيوترونات.

## الثانية الأولى

- *يا للدقة! كيف نستطيع معرفة ثانية الكون الأولى، وحتى أجزاء صغيرة للغاية من هذه الثانية في الوقت الذي لا نعلم إذا ما كان عمر الكون ١٠ أو ١٥ مليار عام؟*

- أيا كان زمن حدوثها، فالأمر يتعلق بالثانية الأولى. يجب أن نفهم معنى هذه الكلمة بشكل دقيق. تشير "الثانية الأولى" إلى الزمن الذي كانت فيه حرارة الكون ١٠ مليار درجة. وقبل هذه الثانية الأولى كانت حرارته مرتفعة أكثر. إن الصعوبة تكمن في أن نحدد موقع هذه الثانية الأولى في قصتنا، لنقول منذ حوالي ١٥ مليار عام. تسمح لنا الأجهزة الضخمة لتسريع الجزيئات بتوليد - للحظات وجيزة- مثل تلك الكثافة الهائلة من الطاقة التي وجدت في ذلك الزمن. وهي تقابل حرارة تعادل ١٠^١٦ درجة مئوية. في سيناريو الكون لم تدم هذه الحرارة إلا ميكروثانية واحدة من

الزمن. ولكن- أعيد مرة أخرى- هذا التوقيت لا معنى له إلا في نظرية الانفجار الكبير. إنه مجرد ساعة اصطلاحية أو نوع من وضع علامة.

*- ومع ذلك، فإننا لاحظنا أن الفيزياء وصلت حدودها ووقفت عاجزة أمام ظاهرة الانفجار الكبير.*

- لدينا نظريتان جيدتان. إحداهما الفيزياء الكوانتية- وهي دقيقة للغاية- التي تصف تصرف الجسيمات شرط ألا توجد في حقل مغنطيسي قوي جدا. والثانية نظرية الجاذبية العامة لأينشتاين، التي تفسر حركة النجوم، ولكنها تجهل تصرف الجسيمات الكوانتي. تقيم حدود الفيزياء عند حرارة $١٠^{٣٢}$ درجة مئوية تقريبا (حرارة بلانك (Planck)). وعند هذه الحرارة تحديدا تتعرض الجسيمات لحقل مغنطيسي قوي جدا! ويعود فوق المستطاع أن نقدر خصائصها... لم يتمكن أحد بعد من حل هذه المسألة. وهذه هي حدودنا منذ خمسين عاما. إننا بحاجة إلى أينشتاين جديد...

*و بالانتظار، لنكتفي بالثانية الأولى. لماذا لم يبق الكون في حالته السديمية؟ ما الذي حرضه إلى أن ينتظم؟*

- كانت القوى الفيزيائية الأربعة هي التي قادت إلى تجمع الجسيمات البدائية وبعدها إلى تجمع الذرات، الجزيئات حتى تكوين الأجرام السماوية الكبيرة. القوة النووية تربط النوى

الذرية؛ القوة الكهرمغنطيسية تضمن التصاق الذرات؛ قوة الجاذبية تنظم الحركة على صعيد المقاييس الكبيرة، مقاييس النجوم والمجرات؛ القوة الضعيفة تعمل على مستوى الجسيمات المسماة نيوترينو (neutrino). ولكن في المرحلة الأولى كانت الحرارة تفكك كل شيء وتعارض تشكل التراكيب، كما تعيق الحرارة في مقاييسنا المألوفة تشكل الجليد. كان يجب إذاً أن يبرد الكون حتى تتمكن هذه القوى من أن تدخل في العمل وتختبر تنسيقات المادة الأولى.

## القوة معنا

*ولكن من أين تأتي هذه القوى المشهورة؟*

-إنه لسؤال واسع يمتد إلى حدود الميتافيزيقا... لماذا هذه القوى؟ لماذا لها الشكل الرياضي، الذي نعرفه؟ نحن نعلم اليوم أن هذه القوى هي ذاتها في كل مكان، هنا وإلى تخوم الكون، وأنها لم تتبدل إطلاقا منذ الانفجار الكبير. وهذا ما يثير التساؤل حول هذا الكون الذي كل شيء فيه يتغير...

-*كيف نعرف أنها لم تتبدل؟*

-نستطيع التأكيد من ذلك بطرق عديدة. منذ بضع سنوات، اكتشف مهندسو المناجم في كابون (Gabon) مخزونا طبيعيا من يورانيوم بتركيب خاص جدا. كل شيء كان يدل على أن هذا المعدن

تعرض لإشعاع شديد. يبدو أن مفاعلا نوويا طبيعيا كان قد انطلق تلقائيا في هذا المنجم منذ حوالي مليار ونصف عام. وبمقارنة توافر هذه النوى الذرية بتلك التي في المفاعلات النووية الحديثة، استطعنا الإثبات على أن القوى النووية في تلك الحقبة كانت تملك الخصائص ذاتها التي تملكها اليوم. وكذلك نستطيع معرفة فيما إذا كانت القوة الكهرمغنطيسية قد تغيرت مع الزمن بالمقارنة فيما بين خصائص الفوتونات الفتية والفوتونات الهرمة.

*-كيف نستطيع فعل ذلك؟*

-تسمح لنا مناظير التحليل الطيفي بأن نكتشف الفوتونات الصادرة عن ذرات الحديد في مجرة بعيدة. وهي الفوتونات الهرمة التي تسافر، لنقول، منذ ١٢ مليار عام.

*-إنها لفكرة عسيرة للفهم. هل نتلقى بالفعل جزئيات هرمة يمكن الإمساك بها؟*

-أجل. ونستطيع مقارنة خصائصها في المختبر بخصائص الفوتونات "الفتية" الصادرة عن القوس الكهربائي مع الأقطاب الكهربائية الحديدية. وكانت النتيجة أن القوة الكهرمغنطيسية لم تتبدل خلال الفترة التي تفصل بين جيلي الفوتونات. وكذلك يشير تحليل توافر النوى الذرية الخفيفة إلى أن قوة الجاذبية والقوة الضعيفة لم تخضع لأي تعديل منذ الزمن الذي كانت فيه حرارة الكون ١٠ مليار درجة، أي منذ ١٥ مليار عام.

- *كيف يمكن أن نفسر أن هذه القوى ثابتة إلى هذه الدرجة؟*

- على أية ألواح حجرية، كألواح موسى، كتبت هذه القوانين؟ أهي موجودة "فوق" الكون، في هذا عالم الأفكار العزيزة للأفلاطونيين؟ هذه الأسئلة ليست جديدة، فإن النقاش فيها مستمر منذ ٢٥٠٠ عام. وقد وضع تقدم الفيزياء الفضائية هذا الجدال الفلسفي في جدول الأعمال، دون أن يسمح لنا، مع ذلك، بأن نحسمه. كل ما نستطيع قوله هو أن، خلافا على الكون الذي لا يتوقف تطوره، هذه القوانين الفيزيائية لا تتغير في المكان والزمان، وأن هذه القوى، ضمن إطار نظرية الانفجار الكبير، كانت تقود تنظيم التعقيد. ومن غير ذلك فإن خصائص هذه القوانين بحد ذاتها هي أكثر ما يثير الحيرة والذهول إذ أن صيغها الجبرية وقيمها الرقمية تبدو محكمة بوجه خاص.

- *كيف تكون محكمة؟*

- إن ترميزاتنا الرياضية تؤشر إلى ذلك. فهذه القوى لو كانت مختلفة قليلا، لما خرج الكون عن حالة الشواش البدائي قط ولما ظهرت فيه أية بنية مركبة، ولا حتى جزيئة واحدة من السكر.

- *لماذا؟*

- لنفترض أن القوة النووية كانت أشد قليلا. في هذه الحالة ستتجمع كل البروتونات بشكل سريع في نوى ثقيلة ولن يبقى

الهيدروجين ليضمن للشمس عمرا طويلا وليشكل غطاء الأرض المائي. ولكن القوة النووية تعمل بشدة كافية تماما لتكوّن بعض النوى الثقيلة (نوى الأكسيجين والكربون)، ولكنها ليست أشد من ذلك كي لا تزيل نوى الهيدروجين كليا. إنه التقدير الجيد... يمكن القول، إلى حد ما، أن التعقيد، الحياة والوعي كانوا بالإمكان منذ لحظات الكون الأولى باعتبارهم مسجلين في الصورة ذاتها لهذه القوانين. ليس كـ"ضرورة" طبعا وإنما كـ"احتمال".

- *أليس هذا التفكير استدلاليا؟ نتأكد اليوم من أن القوانين ساقت التطور إلى ظهور الإنسان. ولكن هذا لا يعني أنها وجدت من أجل ذلك.*

- هذا هو السؤال المغلف بألف غلاف: هل ثمة "نية" في الطبيعة؟ إن الموضوع يتعدى نطاق العلم إلى الفلسفة والدين. أنا، شخصيا، ميال إلى أن أجيب بنعم. ولكن ما الشكل الذي تظهر فيه هذه النية وما هي بالذات؟ هذه الأسئلة تشغلني إلى أبعد حد ولكنني لم أحصل على الجواب. يمكن القول بصورة مجازية وبين أقواس كثيرة أن "الطبيعة" (أو الكون، أو الواقع)، لو كان عندها "النية" أن تخلق كائنات واعية، لكانت "فعلت" تماما ما فعلته. طبعا، هذا تفكير استدلالي ومع ذلك يبقى مثيرا للاهتمام.

## درس القمر

- *متى عرفنا بوجود قوانين الطبيعة؟*

- لقد استغرق اكتشافها قرونا عديدة، وقد شرع فلاسفة اليونان القديمة بالبحث عن "العناصر الأولية" التي، بحسب رأيهم، تقود تنظيم الكون. لقد قسم أرسطو الكون إلى قسمين، أحدهما العالم " تحت القمر" (عالمنا) الخاضع للتغير حيث يتعفن الخشب ويصدئ المعدن، والثاني الفضاء " ما وراء القمر" حيث تقطن الأجسام السماوية كاملة، ثابتة، خالدة.

- *هذا العالم أفضل العوالم!*

- وهذا الإلمام بكمال الأجرام السماوية أثر في الفكر الغربي زمنا طويلا. ولم يُذكر في الغرب شيء عن البقع الشمسية المرئية بالعين المجردة والمعروفة لدى الصينيين القدامى قبل جاليليه. إن العبارة (أومن بما أرى) يمكن أيضا صياغتها بشكل معكوس (أرى ما أومن به). ومنذ أن شاهد جاليليه لأول مرة جبال القمر عبر عدساته المتواضعة، كل شيء انقلب رأسا على عقب. "القمر كالأرض. الأرض كوكب. ليس ثمة عالمان، وإنما عالم واحد محكوم في كل مكان بنفس القوانين." لقد ذهب نيوتن (Newton) إلى أبعد من ذلك. وكان برأيه أن القوة التي تجعل التفاحة تسقط هي نفسها التي تمسك القمر في مساره حول الأرض والأرض حول الشمس. وهذه القوة هي الجاذبية العامة التي

استخدمها فيما بعد لتفسير حركة الكواكب. إن القوانين الفيزيائية الأرضية يمكن تطبيقها على الكون برمته.

- *ولكن هذا ليس إلا قوة واحدة.*

- في القرن التاسع عشر كنا نعرف منذ زمن القوة الكهربائية التي تجذب الريش إلى الكهرمان وكذلك القوة المغنطيسية التي توجه عقرب البوصلة. وقد اتضح، نتيجة لعمل العديد من الفيزيائيين، أن في الحقيقة ثمة قوة واحدة مسماة (كهرطيسية) تتجلى بشكل مختلف حسب الظروف. في القرن العشرين تم اكتشاف قوتين جديدتين: القوة النووية والقوة الضعيفة. لقد تبين في حوالي ١٩٧٠ أن القوة الكهرطيسية والقوة الضعيفة ليسا هما أيضا سوى تجليات للقوة الواحدة التي أسموها كهربائية ضعيفة (electrofaible). يود الفيزيائيون أن يوحدوا كل القوى، لكن ذلك في الوقت الحاضر يبقى حلما وليس إلا...

- *لقد تم اكتشاف قوتين في هذا القرن. لماذا لم يكن هنالك قوى أخرى؟*

- هذا محتمل. يسجل الفيزيائي القوى في الفهرس كما يصنف علماء النبات الزهور. ولا شيء يسمح لنا بأن نقول أننا أكملنا القائمة. منذ عشرة أعوام كنا نذكر فكرة قائلة بوجود قوة خامسة، ولكنها لم تصمد على التحليل.

## الدقائق الأولى

- *كيف تدخل هذه القوى الكونية الأربعة في العمل في بداية تاريخنا؟*

- عندما تكون الحرارة عالية جدا يحطم الهياج الحراري كل مركبات كان يمكن تشكيلها. وبقدر ما تنخفض الحرارة تدخل هذه القوى في العمل وحدة تلو أخرى حسب استطاعتها. تباشر أولا القوة النووية بعملها وتحت تأثرها تتجمع الكواركات (quarks) "ثلاث- ثلاث" في مجموعات ثلاثية لتشكل النوى الذرية (البروتونات والنيوترونات)، ذلك عندما يبلغ الكون عشرين ميكروثانية من عمره.

- *لماذا ثلاث- ثلاث؟*

- تتجمع هذه الجسيمات بشكل عشوائي، إلا أن بعض تجمعاتها لم تثبت. وإذا ما تجمعت اثنين- اثنين تكون الأزواج المتشكلة منهما غير مستقرة وتتفكك مباشرة. لا يستطيع الاستمرار إلا نوعان من التجمعات الثلاثية، ويكون أحدهما تجمع كواركين أثنين من نوع (فوق- up) مع كوارك واحد من نوع (تحت- down) مما يشكل البروتون والآخر تجمع من كواركين اثنين (تحت - down) مع كوارك واحد (فوق- up) مما يشكل النيوترون. وتبدأ القوى النووية، قليلا بعد ذلك، بتحريض هذه التركيبات الجديدة إلى أن تشكل بدورها تجمعات من بروتونين

ونيوترونين لتكوّن أول النوى الذرية، نواة الهليوم (helium). وعندئذ تكون الحرارة قد انخفضت إلى مليار درجة وبلغ الكون دقيقة واحدة من عمره.

- *وكانت دقيقة واحدة كافية لتتشكل النوى الذرية الأولى!*

- لا تستطيع القوى أن تظهر إلا ضمن شروط معينة للحرارة، كالماء ليشكل الجليد نوعا ما. ويبطل مفعولها إذا ما كان الوسط أشد حرارة وأيضا إذا ما كان هذا الوسط أكثر برودة. يبرد الكون بعد هذه الدقائق الأولى ويكبح من جديد نشاط القوى النووية. ويتألف عندئذ في ٧٥٪ من نوى الهيدروجين (البروتونات) وفي ٢٥٪ من نوى الهليوم. ولم يعد يحدث شيء على صعيد التنظيم خلال مئات الآلاف العديدة من السنين.

- *دقيقة من هياج عظيم مقابل مئات الآلاف من سنين الانتظار! إنه بالأحرى تطور مرتج !*

- لا يتقدم التعقيد بخطى منتظمة. وعندما تنخفض الحرارة إلى تحت ٣٠٠٠ درجة تدخل القوة الكهرطيسية في العمل. وهي تثبت الإلكترونات في مسارات حول النواة وتشكل كذلك الذرات الأولى- الهيدروجين والهليوم. ويكون من نتائج اختفاء الإلكترونات الحرة أن يجعل الكون شفافا؛ الفوتونات، هذه حبيبات النور، لم تعد تتأثر بمادة الكون، فتسافر هائمة على وجهها في الفضاء مستهلكة طاقاتها تدريجيا. وها هي ما زالت

هنالك حتى اليوم هرمة، مفككة، مكونة الإشعاع " المتحجر"...

ثم يتوقف التطور مرة ثانية. ويجب الانتظار ١٠٠ مليون عام لينطلق من جديد.

## المجرات الأولى

- *ما الذي سيدفعه إلى أن يبدأ من جديد هذه المرة؟*

- تحت تأثير قوة الجاذبية، تشرع المادة التي كانت حتى ذلك الحين متجانسة، بتكوين تخثرات. وبعد أن احتجزت النوى الإلكترونات حولها يصبح الميدان حرا، ويصبح ممكنا أن تتشكل بنى على نطاق المقاييس الكبيرة. قبل ذلك، كانت لعبة الإلكترونات والفوتونات تمنع سريعا كل محاولة إلى تركيز المادة. ولكن الآن يصبح بإمكانها أن تتكاثف في مجرات...

- *لا أملك إلا أن أسأل مرة أخرى: لكن لماذا؟*

- يجب أن نعترف بأننا لا نعرف إلا قليلا فيما يتعلق بهذه الفترة من التاريخ التي ينعتها الباحثون الأنكلوسكسون ب"الحقبة المظلمة" لعلم الفضاء. لقد أثبتت نتائج الرصد بواسطة القمر الصناعي (COBE) أن المادة في ذلك الزمن لم تكن متجانسة وذات حرارة متوازنة. وعندئذ تلعب المناطق التي تتجاوز كثافتها كثافة الوسط بقليل دور بذور (germes) المجرات. فتسحب جاذبيتها تدريجيا نحوها المادة المحيطة مما يؤدي إلى أن تتضخم

كتلتها كما تكبر كرة صغيرة من الثلج عندما ندحرجها. وتسمح لها عملية "كرة الثلج" هذه بأن تنمو وتكبر حتى تتشكل هذه المجرات البديعة، التي نراها اليوم في السماء.

- *هل هذه الظاهرة تحدث في كل مكان في نفس الوقت؟ ألا يوجد صحاري في الفضاء؟*

- نصنف الفضاء في مجموعات من المجرات، في مجرات، في مجموعات من النجوم ونجوم منفردة. وتنتمي مجموعتنا الشمسية، على سبيل المثال، إلى مجرة معروفة باسم "درب التبانة" أو "درب اللبانة" التي تتألف من مئات المليارات من النجوم وتشكل في مجملها قرصا يعادل قطره مئة ألف سنة ضوئية.

- *غبار في الفضاء...*

- تدخل درب التبانة في كوكبة نجوم محلية مؤلفة من حوالي عشرين مجرة أخرى ومن بينها أندروميد(Andromede) وسحابتي مجيلان (Magellan)، وهذه الكوكبة تندمج بدورها في حشد أكبر وهو العذراء (la Vierge) الذي يتضمن آلاف المجرات. ويأوي هذا المجمع الضخم في مركزه مجرة عملاقة بحجم أكبر بمئة مرة من حجم مجرتنا الشمسية فتجتذب إليها المجرات الأخرى. نتكلم عن مجرة "آكلة جنسها"(cannibale)...

- *ظريف....*

-في مقاييس ما فوق مليار سنة ضوئية يكون الكون متجانسا للغاية ومسكونا كله على نفس النمط تقريبا، ولا يوجد فيه "صحاري"، ولا شيء يشبه إقليما من الكون أكثر من أي إقليم آخر فيه.

*-في ذلك الزمان يغير الكون وجهه إذاً؟*

-في حوالي ١٠٠ مليون عام بعد الانفجار الكبير لم يعد الكون على شكل هريسة غير متمايزة كما كان في الأزمنة الأولى وقد اتخذ الشكل الذي نراه فيه اليوم: فضاء شاسع قليل الكثافة تتناثر فيه هذه الجزر الرائعة من المجرات ذات كثافة أكبر بمليون مرة من كثافته. وفي داخل هذه المجرات تستمر المادة بالتكاثف بفعل قوة الجاذبية حتى تشكل الأجرام السماوية. وإنما هذه العملية تنتج ارتفاعا في الحرارة. وبهذه الصورة تنجو الأجرام السماوية من التبريد العام الذي يستمر حولها. فهي تسخن وتحرر الطاقة وهكذا تتألق النجوم. تستنفد النجوم الكبيرة، بضخامة أكبر بخمسين مرة من ضخامة شمسنا، وقودها النووي خلال ٣ أو ٤ مليون عام بينما تعيش النجوم الأصغر مليارات السنين.

*-لماذا اتخذت الكواكب والنجوم شكلا كرويا؟*

-ماذا تفعل قوة الجاذبية؟ إنها تجذب المادة. وما الشكل الذي فيه تكون كل العناصر أكثر قربا من بعضها؟ الكرة. ولهذا السبب تكون النجوم كروية ومثلها الكواكب إن لم تكن صغيرة

جدا. في داخل الجسم السماوي الذي يكون نصف قطره أكبر من مئة كيلومتر تسيطر قوة الجاذبية على القوى الكيميائية التي تعطي للمادة صلابتها وتجبرها على أن تتخذ شكلا كرويا: القمر كروي وكذلك الكواكب التابعة للمشتري. وفي المقابل فإن الكواكب التابعة للمريخ الأصغر حجما تكون جاذبيتها غير كافية لتكور كتلتهم الصخرية فهي ليست كروية.

*-لماذا لم تكن المجرات كروية أيضا؟*

-لأن دورانها يؤدي إلى أن تتسطح وتتخذ شكل القرص الذي نراها فيه. الأرض أيضا مسطحة قليلا بسبب دورانها حول نفسها. وكذلك الشمس.

## لماذا لا تسقط النجوم

*-لماذا لم تتجذب النجوم بعضها إلى بعض؟*

-لقد سأل نيوتن نفسه هذا السؤال. بما أن النجوم أجسام صلبة -كان يقول لنفسه -فإنها تتجاذب بالتبادل. لماذا لم تسقط بعضها على بعض؟ وإذا لم يتحطم القمر على الأرض، فهذا لأنه يدور حولها والقوة النابذة المرتبطة بحركته الدائرية تساوي قوة الجاذبية. وهذا الشيء نفسه بالنسبة للأرض والشمس؛ إن دوران الأرض حول الشمس هو الذي يمنعها من أن تتحطم على سطحها. ولكن ماذا بالنسبة للنجوم؟ لم يحل نيوتن هذا اللغز أبدا.

- *وما الجواب؟*

- لم يكن معروفا في زمن نيوتن شيئا عن وجود المجرات. اليوم نعلم أن المجموعة الشمسية تدور حول مركز درب التبانة. وهذه الحركة هي التي تبقيها على مسارها وتمنعها، كما تمنع مئات المليارات من النجوم الأخرى، من أن تسقط نحو النواة المركزية.

- *ولكن ما الذي يمنع المجرات من أن تسقط بعضها على بعض؟ بتصوري ليس ثمة مركز للكون.*

- كلا. يكمن الجواب هذه المرة في تمدد الكون، في الحركة العامة للمجرات. نحن نلاحظ أنها تبتعد بعضها عن بعض ولكن سبب هذا الاندفاع ما زال موضوع الافتراض والنقاش.

- *إلى متى ستستمر هذه الحركة؟*

- لا يوجد لدينا جوابا حاسما لهذا السؤال. تصوروا أننا نرى حجرا في السماء فوق رؤوسنا. هنالك احتمالان: إما أنه يسقط أو أنه يرتفع. ماذا سيحدث في هذه الحال؟ هنالك أيضا احتمالان: إما سيسقط على الأرض أو سيتحرر من جاذبيتها ولن يعود إليها أبدا. وهذا يتوقف على السرعة التي قذف بها. إن كانت سرعته أقل من ١١ كيلومتر في الثانية سيسقط الحجر وإلا سيتخلص من جاذبية الأرض.

- *وهذا الشيء ذاته بالنسبة للمجرات؟*

- إنها تبتعد عنا ولكن سرعتها تتناقص بسبب الجاذبية التي تمارسها على بعضها. وتتوقف قوة جاذبيتها المتبادلة على عددها وكتلتها، أعني على كثافة الفضاء. إن كانت كثافته قليلة، استمرت المجرات في الابتعاد إلى ما لا نهاية (وهذا هو سيناريو الكون المفتوح). وإن كانت كبيرة انتهت المجرات إلى حيث ينعكس سيرها وتتجه واحدة نحو الأخرى (وهذا هو سيناريو الكون المغلق). وهذان هما الاحتمالان المقبولان لمستقبل الكون.

- *وإلى أي من هذين الاحتمالين نميل؟*

- إلى الأول. سيستمر الكون في التمدد والتبريد إلى ما لا نهاية. إن هذا غير مبرهن كليا، ومع ذلك نعلم أن التمدد سيستمر ٤٠ مليار عام على الأقل.

# المشهد الثالث
# الأرض!

*في صحراء الكون، تشترك الجزيئات الأولى في رقصة دائرية متواصلة وتكوّن في ضواحي مجرة متواضعة كوكبا منقطع النظير*

## بوتقة النجوم

*- صحراء لا متناهية فيها جزر مبعثرة من مجرات مشظاة إلى نجوم... بعد مليار عام من الانفجار الكبير، انتظمت هريسة المادة وأظهرت سحنة أسهل المعرفة. كل هذا يبدو مستقرا وكان ممكنا أن يبقى الكون في هذه الحال. ومع ذلك، انطلقت حركة التطور مرة أخرى. لماذا؟*

- إن النجوم الأولى هي التي تناولت المشعل من جديد. وفي حين أن الكون خارجها كان يبرد باستمرار، كانت النجوم تتعرض إلى ارتفاع كبير في حرارتها. فتتحول إلى بوتقات لتشكل المادة. وستجعل المادة

تدخل مرحلة جديدة من التطور الكوني. وستلعب تجمعات الثواني الأولى من تطور الكون دورها مرة ثانية في النجوم.

- *تتصرف النجوم إلى حد ما وكأنها تجليات صغيرة محلية للانفجار الكبير؟*

- في معنى ما. يحدث التسخين نتيجة لانكماش النجوم على نفسها تحت وزنها الخاص. وعندما تبلغ حرارتها ١٠ مليار درجة "تستيقظ" القوة النووية من جديد. وكما لدى الانفجار الكبير، تتجمع البروتونات لتشكل الهليوم.

- *الكون في بدايته الأولى، كما ذكرنا، كان قد توقف عند هذه المرحلة...*

- إن هذه التفاعلات النووية تحرر كمية كبيرة من الطاقة على شكل ضوء، فتتألق النجوم. كذلك "تشتغل" شمسنا على الهيدروجين منذ ٤،٥ مليار عام. وتكون النجوم الأكثر ضخامة أكثر سطوعا وتستهلك هيدروجينها في بضعة الملايين من السنين. وحينئذ تعود تنكمش مرة ثانية. وترتفع حرارتها إلى ما يتجاوز ١٠٠ مليون درجة. ويصبح الهليوم، رماد الهدروجين، بدوره وقودا جديدا. وتسمح مجموعة من التفاعلات النووية بتشكل تجمعات جديدة كل الجدة؛ ثلاث ذرات من الهليوم تتجمع في الكربون وأربع ذرات منها في الأكسيجين.

- *ولكن، لماذا لم يكن ممكنا أن تحدث مثل هذه التفاعلات في زمن الانفجار الكبير؟*

-إن تلاقي ثلاث ذرات من الهليوم وانصهارها ظاهرة نادرة ويتطلب وقتا طويلا لحدوثها. ولكن مرحلة النشاط النووي لدى الانفجار الكبير لم تدم إلا بضع دقائق فهذا الوقت قصير جدا لصنع كمية كبيرة من الكربون. وإنما هذه المرة، داخل النجوم، يصبح ممكنا أن تتطور هذه العمليات لمدى ملايين من السنين.

*-تشرع إذاً كل نجمة بصنع الكربون والأكسيجين؟*

- خلال الملايين من السنين التالية يزخر مركز النجوم فعلا بنوى الكربون والأكسيجين. وهما العنصران اللذان يلعبان دورا أساسيا في تطور التاريخ اللاحق، وبخاصة الكربون الذي بتكوينه الذري المميز ينسجم بسهولة مع صنع السلاسل الجزيئية الطويلة، التي فيما بعد ستلعب دورها في ظهور الحياة. وسيدخل الأكسيجين في تكوين الماء، العنصر الضروري الآخر للحياة.

## غبار النجوم

*-هل يستمر النجم في الانكماش خلال هذا الوقت؟*

-ينكمش قلب النجمة على نفسه بينما يتمدد غلافها الهوائي بسرعة ويتغير ضياؤها إلى الأحمر، فتتحول إلى عملاقة حمراء. وعندما تتجاوز حرارتها مليار درجة، تتكون فيها نوى أثقل، كنوى المعادن، الحديد، الزنك، النحاس، الرصاص، الذهب وهكذا إلى نواة اليورانيوم المؤلف من ٩٢ بروتونا و١٤٦ نيوترونا بل وحتى إلى ما بعدها بقليل. إن المائة عناصر ذرية التي نكتشفها في الطبيعة تصنع على هذا النحو في داخل النجوم.

- *وكان ممكنا أن يستمر هذا وقتا طويلا.*

- كلا، لأن، هذه المرة، ينهار قلب النجمة على نفسه. وحينه تدخل نوى الذرات بالتماس مع بعضها فترتد مما يؤدي إلى إحداث موجة صدام عملاقة تسبب انفجار النجمة. وهذا ما نسميه المستعر العظيم (supernova)، لمعان عظيم يضيء السماء بضوء مليار من الشموس. وعندئذ تقذف العناصر الثمينة التي تكونت في باطنها أثناء وجودها، في الفضاء بسرعة عشرات آلاف الكيلومترات في الثانية. وكأن الطبيعة تعرف كيف تخرج الأطباق من الفرن في اللحظة المناسبة تماما قبل أن تحترق كليا.

- *بتفجير الفرن!*

- بهذه الطريقة تموت النجوم الضخمة وتترك محلها بقايا نجمية متقلصة تتحول إلى نجم من النيوترونات أو ثقب أسود. إنما النجوم الصغيرة كشمسنا تنطفئ بلطف أكثر فهي لا تفرغ مادتها بهذا الشكل العنيف وتتحول بالتدريج إلى أقزام بيضاء تبرد ببطء حتى تصبح جثثا سماوية فاقدة لمعانها.

- *ماذا يحدث للذرات الفارة من النجوم المحتضرة؟*

- إنها تتشرد في الفضاء ما بين النجوم وتنضم إلى السُحب الضخمة التي تتناثر على طول درب التبانة. ويصبح الفضاء الآن مخبرا كيميائيا حقيقيا. وتتثبت الإلكترونات تحت تأثير القوى الكهرطيسية في مدارات حول النوى الذرية لتشكل ذرات. وهذه تتجمع بدورها لتشكل جزيئات أثقل فأثقل تضم بعض منها أكثر من

عشر ذرات. وكذلك يعطي اجتماع الأكسيجين مع الهدروجين الماء، والآزوت مع الهيدروجين النشادر. ويوجد هنالك حتى جزيئات الكحول الإيتيلي الذي في مشروباتنا الروحية ويتألف من ذرتي الكربون وذرة الأكسيجين و٦ ذرات الهدروجين. وهذه الذرات هي نفسها التي فيما بعد، على الأرض، ستتجمع بعضها ببعض لتكون كائنات حية. فإن أجسامنا تتكون في الحقيقة من غبار النجوم.

## مقبرة النجوم

*- لم يوجد في الكون في هذه المرحلة إلا غازات وكرات نجمية مشتعلة ولكن ليس بعد مواد صلبة.*

- ستتشكل. ومع انخفاض الحرارة، ستتجمع بعض الذرات المنحدرة من مخلفات النجوم كالسيليسيوم، الأكسيجين والحديد لتشكل أول العناصر الصلبة – السيليكات. وهي حبيبات صغيرة بمقاييس أدنى من المكون (٠٠١، ٠ من الميليمتر) تتضمن مئات الآلاف من الذرات. تفعل قوة الجاذبية على السحب الواقعة بين النجوم بحيث أن تدفعها إلى أن تتكمش على ذاتها مما يؤدي إلى تكوين نجوم جديدة. وسيمتلك بعض منها، كشمسنا، مواكب كوكبية. وستضم هذه الكواكب في أحضانها الذرات المكونة في أعماق النجوم الميتة.

*- يجب إذاً أن تموت النجوم لكي يولد غيرها. حتى في الكون لا يظهر الجديد إلا على أنقاض القديم؟*

- إن ذرات بيئتنا الحية تكونت حتما في بوتقة النجوم ثم تحررت في الفضاء بعد موتها. تظهر هذه الأجيال المختلطة من النجوم والذرات بضعة مئات الملايين من السنين بعد الانفجار الكبير وستتلاحق خلال عشرات المليارات من السنين. يتحول الفضاء إلى غابة من النجوم منها كبيرة وأخرى صغيرة ومنها فتية وأخرى هرمة. إن النجوم الهرمة تموت متفككة لتغني " التربة" من أجل تغذية براعم جديدة. لا تزال تتشكل في مجرتنا بالمتوسط ثلاث نجوم سنويا. وكذلك، متأخرا جدا ، منذ ٤،٥ مليار عام فقط، تتألق في ضواحي مجرة لولبية اسمها درب التبانة نجمة تهمنا بشكل خاص هي شمسنا.

- *لماذا لولبية؟*

- يكون دوران النجوم السريع حول مركزها السبب الذي جعل مجرتنا تتخذ شكل القرص المفلطح الذي تظهر فيه. ويعود منشأ أذرعها اللولبية إلى ظواهر جاذبية لا نعرف عنها إلا قليلا. إن درب التبانة ، هذا القوس الهائل المضيء الذي يجتاز سماء الليل المرصعة بالنجوم هو صورة كل هذه النجوم المنتشرة على طول قرص المجرة التي تدور حول مركزها. تكمل مجموعتنا الشمسية دورة واحدة في حوالي ٢٠٠ مليون عام.

## نجمة عادية

- *ما الذي يميز شمسنا عن غيرها من النجوم؟*

- إنها لنجمة متوسطة الحجم في مجرتنا. وبين مئة مليار نجمة، هنالك على الأقل مليار منها تشبهها لدرجة الالتباس. وعندما ولدت الشمس على أحد الأذرع الخارجية لدرب التبانة منذ ٤،٥ مليار عام كانت أكبر بكثير مما هي الآن وكانت أكثر حمرة. إنها تتقلص شيئا فشيئا وتزداد اصفرارا وترتفع حرارتها الداخلية. وقد باشرت منذ حوالي ١٠ مليون عام بتحويل هيدروجينها إلى هليوم، كقنبلة هيدروجينية ضخمة بتفاعل نووي مسيطر عليه. وتضمن ظاهرة الانصهار النووي من هذا النوع استقرارها وسطوعها.

- *ولكن هذه النجمة مهما بدت عادية نجحت في أن تجتذب كواكب وأن تكوّن مجموعة حول نفسها.*

- هذا على الأرجح ظاهرة شائعة في المجرة، إلا أننا، نظرا لقدراتنا المحدودة، لم نكتشف بعد إلا بضع حالات منها. ولكن تكوين الكواكب كالأرض لا يمكن أن يكون إلا حديثا نسبيا. فإن الأجسام الصلبة لكواكب المجموعة الشمسية تتألف من الأكسيجين، السيليسيوم، المغنيسيوم والحديد، وهي ذرات تشكلت تدريجيا نتيجة لنشاط أجيال متعاقبة من النجوم. فكان يجب أن تمر مليارات من السنين لتتراكم كميات كافية منها في السحب الواقعة بين النجوم. لقد استطعنا تحديد عمر القمر وكذلك عمر بعض النيازك وكانت القيم متطابقة تماما؛ ٤،٥٦ مليار عام. وهذا ما يدل على أن الشمس والكواكب ظهرت سوية عندما كانت مجرتنا تتجاوز ٨ مليار عام من عمرها.

- *كيف تتكون الكواكب؟*

- لا نعلم عن ذلك شيئا كثيرا. ينتظم الغبار المنتشر بين النجوم حول أجنة النجوم ويشكل أقراصا شبيهة بحلقات كوكب زحل. وبعد ذلك شيئا فشيئا تتجمع أجسامها الصغيرة لتكوّن بنى صخرية يكبر حجمها باستمرار. ويكون الاصطدام فيما بينها متكررا. وتتصادم الحصى فتتحطم أو يأسر بعضها بعضا. وتجتذب بعض الكتل الأكثر ضخامة الأخرى حتى تتجمع في نهاية المطاف في كواكب. إن الحفر العديدة على القمر وعلى الأجرام الأخرى في المجرة الشمسية تحتفظ بآثار تلك الصدمات العنيفة التي جعلت كتلتها تتضخم. وتحرر هذه العمليات كمية كبيرة من الحرارة إضافة إلى الطاقة الناتجة عن الفاعلية الإشعاعية لبعض الذرات.

- *وما زال كل هذا في حالة الذوبان؟*

- تكون الكواكب الكبيرة عند ولادتها كرات نارية متوهجة. كلما كان الكوكب أكثر ضخامة، كلما ازدادت حرارته وطال الزمن المطلوب لتحريرها. أما لدى الأجسام الصغيرة جدا كالنيازك، فهذا يحدث بسرعة كبيرة. كذلك بدد كل من القمر وعطارد حرارته البدائية خلال بضعة مئات الملايين من السنين. ومنذ زمن طويل لم يعد يوجد لديهما نار داخلية ولا أي نشاط جيولوجي. وأما الأرض، فإنها احتاجت إلى المزيد من الزمن. وهي الآن تحفظ في قلبها مجمرة مشتعلة تسبب حركة الحمل الحراري للصخور التي ما زالت سائلة. وينتج عن هذه الظواهر

تحرك القارات وانفجار البراكين والزلازل. ولكن قيمة عدم الاستقرار الجيولوجي هذا كبيرة جدا لكونه يتسبب بالتغيرات المناخية التي تلعب دورا هاما في تطور الكائنات الحية.

## الماء السائل

*-ما الذي يميز كوكبنا عن الكواكب الأخرى؟*

-الأرض هي الكوكب الوحيد الذي يحتوي على الماء السائل. يوجد كثير من الماء في المجموعة الشمسية؛ على شكل جليد في الكواكب التابعة للمشتري وزحل حيث تكون الحرارة منخفضة جدا وعلى شكل بخار في المحيط الهوائي الملتهب للزهرة الأكثر قربا من الشمس. إنما مسار الأرض يمسك بها على مسافة ملائمة لبقاء الماء فيها سائلا.

*-يبدو أن المريخ أيضا كان يحتوي على الماء السائل كما تشير إليه قنواته ووديانه الجافة التي تم اكتشافها بواسطة المسابر الفضائية.*

-من المحتمل أن سوائل قد جرت على سطحه منذ مليار عام على الأقل وإنما الآن، لا وجود لها منذ زمن طويل. لماذا؟ لا نعلم تماما. ولكن نشاطه التيكتوني[1] (activite tectonique) بسبب كتلته الصغيرة أصبح الآن ضعيفا جدا.

---

1 – النشاط التيكتوني – نشاط متعلق بتشوه عدم الأرض، وعملية التشويه هي العملية التي تغير شكل القشرة الأرضية محدثة القارات والجبال الخ (المترجم)

- *من أين أتى الماء إلى الأرض؟*

- لنعد إلى تلك السيول من المادة المقذوفة في الفضاء بعد موت النجوم. غبار يتشكل وتتراكم فوقه قطع مجلدة من الماء وغاز حمض الكربون. وعندما يتكتل هذا الغبار ليكوّن الكواكب، يتبخر الجليد وينطلق البخار خارجا على شكل ينابيع ماء حار تسمى كيزير (geysers). زد على ذلك أن المذنبات، التي تتكون في الجزء الكبير منها من الجليد، تسقط عليه وتتحطم على سطحه.

- *هل ستحتفظ الأرض بهذا الماء؟*

- إن حقل جاذبيتها كافٍ لأن يحتجز جزيئات الماء على سطحها، وبُعدها من الشمس يسمح لها بأن تحافظ عليه سائلا جزئيا. في تلك الأزمنة الأولى كانت الأرض تقصفها باستمرار أشعة ما فوق البنفسجية القادمة من الشمس الفتية جدا، وكان غلافها الجوي يجتازه أعاصير هائلة، وتمزقه صواعق قوية كما هو عليه الحال على الزهرة حاليا.

## موهبة الماء

- *لماذا لم تعرف الزهرة هذا التاريخ نفسه؟*

- لا نعلم في الحقيقة. إن الكوكبين متشابهان إلى حد كبير. لديهما بالفعل نفس الكتلة ونفس كمية الكربون. إلا أن الكربون على الزهرة يوجد في غلافها الجوي بينما يوجد على الأرض في أسفل محيطاتها على شكل رواسب كلسية. ذلك،

على الرغم من أن تركيب المحيط الهوائي لدى الكوكبين الاثنين كان متشابها تشابها كبيرا في الأصل.

- *إذاً من أين أتى الفرق؟*

- نعتقد أن وجود الماء السائل على سطح كوكبنا كان قد لعب دورا حاسما. وبفضل هذا الغطاء المائي كان ممكنا أن يذوب غاز حمض الكربون الموجود في الغلاف الجوي البدائي ويتراكم فيما بعد في أسفل المحيطات على شكل كربونات. ومن ناحية أخرى، تكون الزهرة أقرب منا إلى الشمس بقليل. وعلى الأرجح كان الفرق في الحرارة مسؤولا عن غياب الماء السائل فيها أصلا. وبفعل غلافها من غاز حمض الكربون مفعول البيوت البلاستيكية الهائل مما يجعلها تحافظ على حرارتها مرتفعة إلى ٥٠٠ درجة. فإن هذين الكوكبين المماثلين تقريبا تطورا بشكل مختلف إلى حد بعيد.

- *وبدون الماء السائل لم يكن لهذه القصة تتمة.*

- اعتقد ذلك. لقد لعب الماء السائل دورا جوهريا في ظهور التعقيد الكوني. هنالك، في مياه المحيطات التي تغطي الأرض، في مأمن من إشعاع الفضاء المولد الشوارد (ionisant) ستباشر بالعمل كيمياء من نوع جديد. وستنتج عن طريق الالتقاء والتجمع تراكيب جزيئية أكثر فأكثر أهمية. وفي هذه المراحل الأولى من التطور قبل الحيوي سيكون للكربون المكوّن في النجوم الضخمة الحمراء الدور الأول.

## وجه من الأتموسفير (الغلاف الجوي)

*-لماذا مثل هذا النجاح للكربون؟*

-إنه لذرة ممتازة بالنسبة للمركبات الجزيئية. لديه أربعة أذرع صغيرة تمكنه من أن يلعب دور المفصلة فيما بين ذرات عديدة والروابط التي ينشئها لينة بشكل كاف لينسجم في لعبة ارتباطات وتفككات سريعة لا بد منها في الظواهر الحيوية. لدى السيليسيوم أيضا أربعة أذرع ولكن الروابط التي يكوّنها ذات صلابة أكبر بكثير. فهو يكوّن بنى صلبة كالرمل وليس بإمكانه أن ينحني لضغوط الاستقلاب (metabolisme).

*-غير معقول إذاً أن نتخيل أن ثمة في مكان ما في الفضاء حياة تقوم على أساس السيليسيوم؟*

-هذا غير محتمل. في مجرتنا، كما في المجرات المجاورة، الجزيئات المكونة من أكثر من أربع ذرات التي تم تحديد تركيبها بواسطة المنظار الفضائي الراديوي (radio telescope) تحوي دائما الكربون وليس السيليسيوم أبدا. وتشير هذه الملاحظة بقوة إلى أن الحياة، لو وجدت في مكان آخر، لكانت قد نشأت أيضا على أساس الكربون.

*-ومتى تكون غلاف الأرض الهوائي، لن تتأخر الحياة من الظهور، أليس كذلك؟*

-عند ولادة الأرض منذ ٤،٥ مليار عام لم تكن الظروف ملائمة لظهور الحياة على الإطلاق. كانت حرارة الأرض مرتفعة

جدا. وكان الكون في هذه المرحلة يعج بأجسام صغيرة تمتصها الكواكب الأكثر ضخامة فيما بعد.(تقوم المجموعة الشمسية بتنظيف ذاتها بشكل جيد). وكان القذف بالنيازك والمذنبات عنيفا للغاية. وتشير نتائج الدراسات التي أجريت على مذنب هالي (Halley) لدى مروره الأخير في ١٩٨٦ إلى وجود كميات كبيرة من الهيدروكربونات فيه. فمن المحتمل جدا أن الصدمات خلال المليار سنة الأولى جلبت إلى سطح الأرض إضافة إلى الماء كمية كبيرة من الجزيئات المركبة. إن هذه المذنبات، التي اعتبرت مدى القرون الماضية منذرات بالموت والدمار، لعبت دورا مفيدا جدا في ظهور الحياة. وفي أقل من مليار عام بعد ولادة الأرض زخر المحيط بكائنات حية وكانت الأشنيات الزرقاء في مقدمتها.

## حبل الكون

*-نهاية الفصل الأول الأكثر طولا وتباطؤا. لقد وصلنا بعد مليارات السنين من تاريخ الكون إلى الأرض، وعلى هذا الكوكب، منذ الآن، ستتسارع الأمور كثيرا.*

-ستتحقق هذه المرة المركبات الكيميائية المحتوية على مئات، على آلاف، بل وعلى ملايين الذرات. لقد تسلقت المادة منذ الانفجار الكبير درجات سلالم هرم التعقيد. وليس إلا قسم صغير جدا من العناصر التي بلغت درجة ما من التعقيد تمكن من الانتقال إلى الدرجة التالية. وليس إلا جزء طفيف من بروتونات بداية

التاريخ أستطاع المشاركة في تشكل الذرات الثقيلة. وليس إلا عدد ضئيل من الجزيئات البسيطة فقط نجحت في أن تنضم في الجزيئات المركبة وليس إلا قليل جدا منها سيدخل في بنى الحياة.

- *في الوقت نفسه يبدو أن ثمة تماثلا كبيرا في أحداث هذا الفصل الأول من التطور.*

- نعم. لقد أنشأ الكون التراكيب ذاتها في كل مكان من الفضاء. ولم نكتشف في النجوم والمجرات الأكثر بعدا ذرة واحدة لم توجد في المختبر.

- *وهذا ما يشير إلى أن هذه القصة ذاتها كان من الممكن أن تحدث في مكان آخر فإن وجود الحياة على كواكب أخرى ليس بأمر مستحيل.*

- نلاحظ أن الكواركات حيث ما وجدت تتجمع في بروتونات ونيوترونات، وهذه تتجمع في ذرات ثم في جزيئات. وكذلك السحب الواقعة بين النجوم، أين ما وجدت، تنهار لتعطي نجوما جديدة. ونستطيع التخيل أن بعضا منها احتجزت كوكبة من الأجرام يوجد فيما بينها كواكب تحتوي على الماء السائل الملائم لظهور الحياة. هذا معقول إلا أنه لم يثبت بعد.

## نهار الأرض

- *لقد انكمش الزمن أيضا ، فكلما تقدمنا في روايتنا كلما تسارع التطور.*

- أجل. لو حولنا الأربعة ملايين سنين من عمر كوكبنا إلى يوم واحد، وافترضنا أن الأرض ظهرت في الساعة الصفر، لكانت الحياة قد انبثقت في الساعة الخامسة صباحا واستمرت في النمو خلال النهار بكامله. ولم تأت أول الرخويات إلا في حوالي الساعة العشرين. ثم في الساعة الثالثة والعشرين تظهر الديناصورات التي تختفي في الساعة الثالثة والعشرين وأربعين دقيقة تاركة الساحة حرة لتطور الثدييات السريع. ولم يظهر أجدادنا الأوائل إلا في الدقائق الخمس قبل أن تدق الساعة الرابعة والعشرين ليروا دماغهم يتضاعف حجمه خلال هذه الدقائق الأخيرة. وإنما الثورة الصناعية لم تحدث إلا منذ واحد من المائة من الثانية الأخيرة!

- *ونحن نعيش مع أناس يؤمنون بأن ما يفعلونه في هذا الجزء من الثانية يمكنه أن يستمر إلى ما لا نهاية! لا نملك إلا أن نلاحظ أن ثمة منطقا في تطورات الفصل الأول، نوعا من غريزة التعقيد التي تدفع الكون نحو تحقيق تنسيقات متعاقبة مندمجة واحدة في الأخرى كالدمى الروسية، من الشواش حتى بزوغ العقل، نوعا من الحس، إذا ما سمح التعبير....*

- ليس بإمكاننا إلا أن نثبت أن الكون تحول من حالته البدائية غير المتمايزة إلى مجموع تراكيب ذات تنظيم متزايد. هذا التطور يمكن تفسيره بفعل القوى الفيزيائية على مادة في حالة تبريد مستمر. ونستطيع القول أنه دون تمدد الكون وهذا الفضاء الشاسع بين النجوم لم يكن لهذه الرواية فصل ثانٍ قط. ولكن

هذا لا يفيد إلا في تأخير التساؤلات الجريئة ويعود بنا إلى تأملاتنا حول القوانين. ويبدو لي السؤال - لماذا القانون أسبق من الفوضى؟ - تتابعا منطقيا لسؤال ليبنس (Leibniz) الشهير: لماذا الوجود أسبق من العدم؟

- *هل كان ظهور الحياة مدونا في تطور أحداث هذا السيناريو؟*

- كنا نقول في الماضي أن احتمال ظهور الحياة كان ضعيفا كاحتمال رؤية قرد موضوع أمام آلة كاتبة ليكتب شيئا من أعمال شكسبير الأدبية. وإنما اليوم لدينا أسباب كثيرة تحملنا إلى أن نفكر بأن ظهور الحياة على كوكب ذي ظروف ملائمة ليس بأمر مستحيل. وكيف ما كان الأمر، محتملا أم غير محتمل، فإننا نستطيع التأكيد على أن احتمال ظهور الحياة (احتمال فقط وليس ضرورة) التي سيروي لكم مغامرتها جويل دي روزني كان مسجلا في هذه الصورة ذاتها للقوانين الفيزيائية منذ أزمنة الكون الأولى.

# الفصل الثاني

# الحياة

# المشهد الأول
# الحساء البدائي

*ليست قريبة ولا بعيدة أكثر مما يجب من نجم موافق، تنعزل الأرض وراء خمارها وتتناول المشعل عن النجوم لتجعل المادة تدخل مرحلة جيدة من تطورها*

## الحياة تتولد من المادة الجامدة

*- إن فكرة الاستمرار فيما بين تطور الكون وتطور الحياة حديثة جدا. وكنا على مدى قرون طويلة نفصل بصرامة فيما بين عالم المادة والعالم الحي وكأن الأمر يتعلق بعالمين مختلفين.*

**جويل دي روزني(Joel de Rosnay)**: الحياة قادرة على أن تتوالد وأن تستخدم الطاقة وأن تموت... أما المادة، فهي جامدة، ساكنة وغير قادرة على التوالد. وعلى رؤية العالم الحي من جهة والعالم المعدني من الجهة الأخرى لم يكن بالإمكان إلا أن نعتبر أحدهما نقيضا للآخر. ولكن في الماضي لم يكن معروفا أن

الجزيئـات تتـألف مـن ذرات ولا أن الخلايـا تتكـون مـن جزيئـات. فكان القدامى يفسرون ظهور الحياة على وجه الأرض بمشيئة الآلهة أو بـصدفة خارقـة. ولم يكـن ذلـك في الحقيقـة إلا طريقـة لإخفـاء جهلهم.

- *لا مجال للمصادفة إذاً في هذا الفصل الثاني؟*

- حتـى عهـد قريـب كـان بعـض العلمـاء يتكلمـون عـن "مصادفة مبدعة"، وبحسب رأيهم تكون بعض المواد الكيميائية في الأرض البدائية تجمعت مصادفة لتأتي بأول الكائنات الحية، ولكن هذا يحول ظهور الحياة إلى حدث أرضي على وجه فريد. وهذه الفرضية لم تعد مقبولة اليوم.

- *أنستطيع دون تحفظ الإقرار بأن الحياة تولد من المادة؟*

- منـذ بـضع سـنوات أثبتـت اكتـشافات وتجـارب عديـدة هـذه الفكـرة العظيمـة الـتي أطلقـت في الخمسينات وتقـول أن الحيـاة تـنجم عن تطور المادة الطويل نفسه، الذي منـذ تجمعـات الانفجـار الكـبير الأولى يتلاحق على الأرض عبر الجزيئات البدائية، ثم الخلايـا الأولى، ثـم النباتـات، ثـم الحيوانـات. فـإن هـذا التقـدم البطـئ التـدريجي للحـي الـذي امتـد علـى مئـات ملايـين السنين هـو مرحلـة مـن مراحـل التـاريخ نفسه، الذي هو تاريخ التعقيد. وبعد ولادة الأرض تنتظم الجزئيـات في جزيئـات مركبـة وهـذه في خلايـا والخلايـا في كائنـات حيـة، فالحيـاة تنجم عن التفاعل والترابط المتبادل لهذه العناصر الجديدة.

## الضرورة، وليس المصادفة

- *هل نستطيع القول، كما يقترح هيوبرت رييفس ( Hubert Reeves)، أن ظهور الحياة كان في الاحتمال منذ البدء؟*

- كان جاك مونو (Jacques Monod) يتحدث عن "الضرورة" بمعنى أنه، ضمن شروط معينة، تدفع القوانين التي تتحكم في تنظيم المادة بالضرورة إلى تكوين مركبات أكثر فأكثر تعقيدا. وقد يجتلي ظهور كائن حي، مقابلة بحصاة ما، أمرا غير معقول فعلا، ولكن ظهور الحياة لا يبدو بهذه الصورة إذا ما تأملنا فيه من حيث الاستمرار، في سياق تاريخنا الطويل.

- *وهذا ما يوحي بأن المشهد الذي نحن في سرده كان يمكنه أن يتطور في مكان آخر في الكون.*

- وهو كذلك. لنتخيل كوكبا يوجد على مسافة مناسبة لظهور الحياة من نجم ما. ولنفترض أن حجمه كبير بما يكفي ليحتجز غلافا جويا كثيفا مؤلفا من الهيدروجين، الميتان، النشادر، بخار الماء وغاز حمض الكربون. ولنتصور الآن أن انخفاضا في حرارة هذا الكوكب أدى إلى إطلاق الغازات من داخله وتكاثفها مما أنتج الماء. ولنتخيل بالإضافة أن عمليات التركيب الكيميائي التي حدثت في غلافه الجوي أدت إلى تراكم الجزيئات في هذا الوسط المائي حيث أصبحت في مأمن من الإشعاع ما فوق البنفسجي. كل هذه الشروط ليست باستثنائية ومن الممكن أن تتجمع في مناطق عديدة من الفضاء. حسن! ثمة،

والحالة هذه، احتمال كبير بأن تظهر كائنات حية على هذا الكوكب. وهذا هو السبب الذي حمل كثير من العلماء، مثل هيوبرت ريفس، إلى أن يفكروا أن الحياة كان يمكنها أن تظهر في مكان آخر، في مجرتنا أو في غيرها.

- *بالضرورة، وليس بالمصادفة.*

- نعم. أي كوكب يحتوى على الماء ويوجد على مسافة مثلى من نجم حار يمكنه أن يكدس مركبات كيميائية وكريات صغيرة تبدأ بتبادل مواد كيميائية مع وسطها. وهكذا، وبالانتقال من ضرورة إلى ضرورة، يصل التطور الكيميائي إلى ظهور كائنات حية بدائية.

## وصفة لصنع فأرة

- *الحياة التي تنبثق من المادة، هذا الشيء يشابه تقريبا أحاديث القدامى عن الخلق التلقائي. لم يكن أسلافنا إذاً على خطأ كبير...*

- هذا صحيح، إلا أنهم كانوا يفكرون أن الحياة تنبثق هكذا، تلقائيا من المادة في حالة التحلل، وأن الدود ينشأ من الوحل والذباب من اللحم الفاسد. حتى أن طبيبا شهيرا في القرن الثاني عشر أعطى وصفة لصنع فأرة كما يلي: تؤخذ بضع حبات من القمح وقميص متسخ متشرب جيدا بالعرق البشري، ثم يوضع

الهكل في صندوق ثم ينتظر ٢١ يوما... يبدو الأمر بسيطا، أليس كذلك؟ وفيما بعد، بفضل المجاهر الأولى، تم اكتشاف وجود كائنات حية صغيرة، فطور مجهرية وبكتيريا، تتكاثر في المواد المتحللة. وعندئذ اعتبر ذلك برهانا على أن الحياة تولد من المادة باستمرار على شكل كائنات مجهرية.

- *لم يكن هذا سخافة بصورة مطلقة.*

- إن الفكرة في أساسها كانت صائبة ولكن المحاكمة كانت خاطئة: لا تولد الحياة تلقائيا وإنما احتاجت إلى زمن طويل لكي تظهر. لقد أشار باستور (Pasteur) في ١٨٦٢ إلى أن الجراثيم منتشرة على نطاق واسع في البيئة، ليس فقط في الخواء وإنما كذلك على أيدينا وعلى الأشياء. والكائنات الصغيرة التي نلاحظها في حساء الزرع[1] تعطي نتيجة للعدوى. لقد حضر باستور حساء من الشمندر، الخضار واللحم ثم حبسه في دورق ذي عنق طويل معقوف على شكل عنق البجعة لكي يعزله عن الهواء الخارجي، ثم سخنه لكي يعقمه. لم تظهر الحياة في دورقه على الإطلاق.

- *وهذا ما يثبت أن الحياة لا تظهر تلقائيا.*

- نعم. ولكن باستور باكتشافه هذا أعاد مسألة ظهور الحياة إلى حيز الغموض من جديد ومكثت فيه زمنا طويلا بعده.

---

1- حساء الزرع–بيئة ملائمة لزرع الجراثيم

ذلك لأننا بسببه استنتجنا أن الحياة لا يمكن أن تظهر من المادة الجامدة ولا تظهر إلا... من الحياة. فكيف يفسر إذاً الظهور الأول للحياة؟ لم يبق أمامنا إلا أحد الحلول الثلاثة

- التدخل الإلهي، ولكن المسألة هنا تخرج عن نطاق العلم؛
- المصادفة التي تتوقف على معجزة، فرضية يصعب تقبلها؛
- النشوء خارج الأرض أي أن بذور الحياة نقلت إلى الأرض مع النيازك، وهذا لا يحل المسألة إطلاقا.

## حَدس داروين

- *ومع ذلك سلمنا بإنشاء جسر بين المادة والحياة.*

- نعم. كان علينا أن نجتاز هذا السد الذي أنشأه باستور وأن نفهم أن الحياة لم تظهر عن المادة " تلقائيا" وإنما " تدريجيا" على مدى مليارات السنين. وكان داروين هو الذي اقترح هذا المفهوم الأساسي، مفهوم البقاء.

- *ولكنه كان يتكلم عن تطور الأنواع الحيوانية.*

- ليس فقط عن ذلك. فإن داروين حقا هو الذي اكتشف مبدأ تطور الأنواع الحية القائل بأنه، ابتداء من الخلية الأولى حتى الإنسان، تنحدر الحيوانات بعضها عن بعض وهي تتطور على مر الزمن من خلال تغيرات متلاحقة في بنيتها وعن طريق اصطفاء طبيعي. ولكنه- ونحن غالبا ما ننسى ذلك- كان يلمح أيضا أن

الأرض قبل ظهور الحياة وقبل تكوين الخلايا الأولى كانت قد عرفت حتما تطورا على مستوى الجزئيات.

- *يا للحَدس البارع الجميل!*

- أجل. لقد أدرك داروين أيضا لماذا كان صعبا برهان هذا الاستنتاج وملاحظته في الطبيعة وكان يوضح أن جزيئات قابلة للتطور لو وجدت اليوم في مستنقع ما صغير لكانت قد أخفقت لأن الأنواع الحية الراهنة ستدمرها. إنها لمحاكمة رائدة جدا! ما أن ظهرت الحياة حتى غزت كل شيء فعلا فأكلت جذورها الخاصة ومنعت معاقبة أنماط أخرى للتطور في الوقت نفسه.

## البيضة مَن باضها والدجاجة مَن جابها

- *كيفَ نستطيع إذا البرهان على أن الحياة " انحدرت" من المادة بالفعل؟*

- من خلال إعادة رسم خطوط تطورها الباهتة في المختبر. إننا نعلم الآن تقريبا كل المراحل التي ساقت جزيئات الأرض البدائية إلى الكائنات الحية الأولى ونستطيع تقليدها جزئيا في أنابيبنا الاختبارية. ثمة باحث في نهاية القرن التاسع عشر أحدث صدمة كبيرة عندما نجح في أن يحصل على البولة في المختبر، التي هي من المركبات الضرورية للحياة وتتألف من الكربون والهيدروجين والآزوت. ولكن ذلك لم يكن كافيا لتحطيم الأحكام السابقة التي بموجبها لم تولد الحياة إلا من الحياة.

- *وهذه هي قصة البيضة من باضها والدجاجة من جابها.*

- بالضبط. وقد أخرجنا من هذه الحيرة باحثان وهما الكيميائي الحيوي السوفيتي أليكساندر أوبارين (Alexander Oparine) والانكليزي جون هالدن (John Haldane). فتقدم هذان الباحثان بفكرة مفادها أن ظروف الأرض البدائية كانت مختلفة عنها اليوم. ما كان غلافها الجوي يحتوي على الآزوت ولا الأكسيجين بل على خليط من الهيدروجين والميتان والنشادر وبخار الماء غير صالح للحياة ولكنه ملائم لظهور الجزيئات المركبة. وفي خمسينيات القرن العشرين استرد الفرنسي تيلار دي شردان (Teilhard de Chardin)، رائد هو أيضا ، فكرة تطور المادة التي رسم داروين خطوطها الكبرى وتحدث عن وجود مرحلة " ما قبل الحياة" أي مرحلة متوسطة بين الجامد والحي أمكن حدوثها في زمان الأرض البدائية.

- *ولم يبق إلا أن يبرهن هذا الشيء.*

- وحدث ذلك في ١٩٥٢ على يد ستانلي ميلر (Stanley Miller) وهو كيميائي كان حينها شابا في الخامسة والعشرين من عمره. لماذا لم نقلد في المختبر ظروف " ما قبل الحياة"؟ - قال لنفسه - وحاول عندئذ تجربة في الخفاء خوفا من أن يتعرض لسخرية زملائه، فوضع في حوجلة غازات الأرض البدائية، الميتان، النشادر، الهيدروجين وبخار الماء إضافة إلى قليل من غاز حمض الكربون. ثم اصطنع المحيط مالئا الوعاء بالماء، ثم سخن الكل من أجل إعطائه الطاقة وأحدث فيه

شرارات كهربائية عوضا عن الصواعق لمدة أسبوع كامل. وعندئذ ظهرت مادة حمراء في أسفل حوجلته. وكانت هذه المادة تحتوي على الحموض الأمينية، الجزئيات، التي هي مركبات الحياة الأساسية! لم يتجرأ أحد قبله على أن يتخيل أنه كان من الممكن أن تصنع هذه الجزئيات انطلاقا من مواد بسيطة كهذه! لقد أصيب عالمُ العلماء بالذهول، فقد استطعنا إنشاء الجسر الأول بين الجامد والحي!

## كوكب زهور الربيع

- *كان يجب أن يمر زمن طويل للقبول بهذا الاستمرار في تطور الكون والحياة. كما أن الأمر ترك الباب مفتوحا للبحث في إعادة صياغة مراحله الكبرى.*

- لقد تصدى للأمر ثلاثة علوم: الكيمياء بتقليد التحولات الأساسية في المختبر، الفيزياء الفلكية من خلال البحث عن آثار الكيمياء العضوية في الفضاء والجيولوجيا بالكشف عن مستحاثات الحياة في القشرة الأرضية. وجاءت نتائج البحوث المشتركة لتثبت الفكرة التي تقول أن المركبات الأولى للحياة تظهر نتيجة لتجمع بعض الجزيئات البسيطة التي كانت موجودة على الأرض لدى تكوينها منذ ٤،٥ مليار سنة.

- *واستفاد الخليط الكيميائي للأرض البدائية، ماؤها السائل وغلافها الجوي الخاص من قربها من الشمس. يقال أننا كنا على "مسافة جيدة" من النجم ولكن هذا لا يعني شيئا كثيرا.*

- فعلا، كانت الأرض قريبة من الشمس بما يكفي لتتلقى أشعتها تحت الحمراء وفوق البنفسجية القابلة لإطلاق تفاعلات كيميائية وكانت بعيدة عنها بما يجب لكي لا تحرق المواد المصنوعة. ولكن هذه " المسافة المناسبة" في حقيقة الأمر إنما هي طريقة للتعبير عن التوازن المحقق على الأرض في ذلك الزمان. لنتخيل، كما يقترح الانكليزي جيمس لوفيلوك ( James Lovelock)، كوكبا تنبت فيه زهور الربيع البيضاء وزهور الربيع السوداء. فالزهور البيضاء تعكس ضوء الشمس وتحاول كذلك خفض حرارة بيئتها، وبالعكس، تمتص السوداء ضوء الشمس وترفع حرارة محيطها الخاص.

- *إذاً، هي تتنافس.*

- بالضبط. يكون الكوكب في البداية حارا جدا. لم تتحمل الزهور هذه الحرارة وتموت بكميات كبيرة. ولكن بعض الزهور البيضاء المتجمعة في مجموعة محلية صغيرة تتمكن من أن تُبرِد الجو حولها، ذلك بسبب وجودها البسيط، وتبقى على قيد الحياة. فكلما انخفضت الحرارة في هذه المنطقة كلما انتشرت الزهور البيضاء وكسبت متسعا من الساحة حتى احتلت بعد زمن ما سطح الكوكب الذي صار أبيضا. إلا أن حرارة الكوكب عندئذ تنخفض أكثر مما تستطيع الزهور تحمله فتبدأ تموت بكميات كبيرة. وتصبح الآن، السوداء الباقية على قيد الحياة هي التي لها الأفضلية،

فهي ترفع حرارة وسطها وتشرع بالانتشار. وكذلك تنطلق المجموعة في الاتجاه المعاكس حتى يصبح الجو حارا جدا من جديد...

- *هل بإمكان أن يستمر هذا زمنا طويلا؟*

- كلا. لأنه، مع الزمن ومن خلال لعبة " الولادة والموت" هذه ينشأ التوازن عند المزيج من الزهور البيضاء والسوداء الذي يفرض حرارة مثلى لبقاء المجموعة بكاملها على قيد الحياة. تفعل لعبة المساحات الأولى ضد الأخرى هذه كمنظم الحرارة، فإذا ما حدث ارتفاع حراري، أيا كان سببه، تعود المجموعة للتوازن بعد مدة معينة من الزمن.

## فجر الحياة

- *ما علاقة كل هذا بالأرض البدائية؟*

- إن قصة زهور الربيع هذه هي قصة الحياة على الأرض. وإن بدت لنا اليوم المسافة بين الشمس والأرض ملائمة لتطور الحياة، فهذا ليس بسبب مصادفة سعيدة، وإنما، في حقيقة لأمر، لأن مقومات الحياة الأولى ذاتها، هي التي كيفت الحرارة على مستوى أكثر تلاؤما مع بقائها على قيد الحياة وتكاثرها.

- *أهو نوع من التنظيم الذاتي؟ كيف تم تنظيم هذه المقومات؟*

- نحن الآن عند فجر الحياة منذ ٤ مليار عام. يملك كوكبنا نواة من السيليسيوم، قشرة من الكربون وغلافا من الخليط الغازي

الذي يحتوي على الميتان، النشادر، الهيدروجين، بخار الماء وغاز حمض الكربون. وتحت تأثير إشعاع الشمس فوق البنفسجي وقصف الصواعق العنيف تتحطم جزيئات هذه الغازات التي تسبح حول الكوكب وتتفكك لتتجمع ثانية في عناصر أعقد تركيبا، الجزئيات الأولى التي نصطلح على تسميتها " العضوية" لأنها تدخل اليوم في تركيب الكائنات الحية. على سبيل المثال، ذرات الكربون، الآزوت، الهيدروجين والأكسيجين المتجمعة حتى ذلك الحين في الميتان، النشادر والماء، تتجمع ثانية لتشكل الحموض الأمينية.

- *لقد سبق أن نوه هيوبرت ريفس عن هذا المصير السعيد للكربون.*

- إنه بالفعل ذو بنية هندسية تمنحه القدرة على أن يتناسق بطرق مختلفة مع الذرات الأخرى ليشكل إما بنى صلبة، أو جزيئات ذات فاعلية كبيرة، أو سلاسل عضوية طويلة. وبإمكانه أيضا أن يسوق الإلكترونات من طرف سلاسله الطويلة إلى طرفها الآخر، ويكون هذا نوعا ما تجسيدا مسبقا للشبكات العصبية ولشبكات الاتصالات الإليكترونية التي ابتكرها الإنسان. إن جزيئات الحي هي تجمعات من ذرات الأكسيجين، الهيدروجين، الآزوت، الفسفور والكبريت ولا شيء زيادة عن ذلك. ومنذ أن تكونت هذه الجزيئات في الغلاف الجوي أخذت تتساقط أمطارا فوق المحيط حيث وجدت نفسها محمية في مياهه.

- *وكم من الزمن استمر ذلك؟*

- أمطار من الجزيئات العضوية ظلت تهطل خلال ٥٠٠ مليون عام مع الزخات الناتجة عن تكاثف البخار في طبقات الغلاف الجوي الباردة. وتتحدد بهذا الشكل منذ ذلك الزمان ميزتان من ميزات العالم الحي؛ تركيبه الكيميائي - كل الكائنات الحية تتكوّن من الكربون والهيدروجين والأكسيجين والآزوت؛ ومصدر طاقته- الشمس.

## الأمطار العضوية

- *وكانت مثل تلك الأمطار تنهمر على كواكب أخرى دون شك؟*

- ذكر هيوبرت ريفس أن علماء الفيزياء الفضائية اكتشفوا وجود جزيئات عضوية في كل مكان في الكون تقريبا. ومنذ خمسة عشر عاما استطاعوا أن يحددوا حوالي سبعين نوعا منها مما يؤكد على أن تشكيلها ليس بأمر استثنائي في الكون. وكان ثمة احتمال كبير لتشكيلها منذ ٤،٥ مليار عام.

- *أول عناصر الحياة إذاً سقطت من السماء؟*

- نعم، وفي أمطار الجزيئات المستمرة التي كانت تروي الأرض كان يوجد حموض أمينية وكذلك حموض دهنية وهي سوابق شحوم الجسم. ويبدو أن الجزيئين الاثنين – الفرمول وحمض السيانيد- لعبا دورا مهما في تلك المرحلة لأنهما، معرضان للإشعاع ما فوق البنفسجي يتولد عنهما في الواقع الاثنتين من

القواعد الأربعة التي ستكوّن فيما بعد أحد الحموض النووية، الحمض الريبي المنقوص الأكسيجين (DNA)، الذي هو الركن الأساس للوراثة. وهكذا يظهر في ذلك حساء الزرع الهائل الذي كان الكوكب البدائي الاثنان من الحروف الأربعة للرسالة الوراثية المشفرة، التي تميز الكائنات الحية جميعها.

- *ولكن كل شيء كان مختلطا كما في حالة الشواش البدائي لدى الانفجار الكبير.*

- كان ذلك بالفعل حساء مؤلف من جزئيات متنوعة. وكما في حساء الحروف لهيوبرت ريفس (Hubert Reeves) ستتجمع فيما بعد هذه الحروف الجديدة لتشكل كلمات- سلاسل الحموض الأمينية - وستتجمع هذه الكلمات بدورها لتشكل عبارات – البروتينات. إلا أنه، هذه المرة، تكون الجزئيات هي التي تواصل العمل في التعقيد.

- *ما الذي كان بإمكانه أن يجعل هذه التراكيب تفشل؟*

- الحياة ذاتها إن كانت قد وجدت، أو الحرارة والإشعاع فوق البنفسجي إن كانا بقوة أكبر من اللزوم. لم ينجب الغلاف الجوي تراكيبه المركبة وحسب، بل كان يحميها أيضا مشكلا غطاء لها. فإن هذه الجزيئات لو بقيت طليقة في الجو لكانت قد أتلفت. وفيما بعد، بالعكس، ستستخدم الخلايا الأولى الطاقة الشمسية لتصنع الأكسيجين وبدوره سينتج الأكسيجين في طبقات الغلاف الجوي العالية الأوزون الذي سيحميها من الإشعاع فوق البنفسجي. فإن الحياة آمنت بقاءها بنفسها.

# المشهد الثاني
# الحياة تنتظم

***يهطل مطر فوق الكوكب. جزيئات ذكية بارعة متساقطة من السماء تنتظم في مياه البحيرات الشاطئية و" تخترع" القطرات الأولى للحياة.***

## مولودات من الصلصال

- *تشبه قصتنا حتى الآن لعبة الأطفال التركيبية (Lego)؛ التجمعات ذات التعقيد المتزايد أصبحت تشكل الآن سلاسل جزيئات ضخمة. ولكن هذا كله مادة حتى الآن. يا ترى، بأي لمسة عصا سحري ظهرت الحياة؟*

- لا يمكن اجتياز مرحلة جديدة إلا إذا كانت هذه الجزيئات قادرة على أن تتابع تجمعاتها. في الكون كانت الحرارة التي لعبت دور المسبب وستلعب هذا الدور على الأرض بيئة من نوع خاص.

- *بيئة المحيط؟*

- كلا. لم تظهر الحياة في المحيطات كما كنا نظن لزمن طويل وإنما على الأرجح في البحيرات الشاطئية أو في المستنقعات، التي هي أماكن جافة حارة في النهار ورطبة باردة في الليل، تجف ثم تتشرب بالماء. ويوجد في هذه الأوساط رواسب من الصوان والطين تحبس الجزيئات ذات السلاسل الطويلة في شراكها مما يفسح لها مجالا لأن تتجمع مع بعضها. وقد سمحت بعض التجارب الحديثة باصطناع دورات تجفف المستنقعات المتكررة، وأثبتت هذه التجارب أن الأسس القلوية المشهورة تتجمع تلقائيا بوجود الصلصال في سلاسل الحموض النووية القصيرة التي تكون أشكالا مبسطة للحمض الريبي المنقوص الأكسيجين (DNA) الذي سيصبح فيما بعد دعامة الإعلام الوراثي.

- *الحياة مولودة من الصلصال! وكما في فصل أصل الكون نجد هنا أيضا تشابها مذهلا فيما بين إثباتات العلم والمعتقدات القديمة. في العديد من الأساطير يرتبط أصل الحياة بالماء والصلصال...*

- إنها لحكاية جميلة. لقد خلق الإنسان بإرادة الآلهة الذين جبلوا جبلة من الصلصال والماء وصنعوا منها بأناملهم البارعة تماثيل صغيرة... هل يكون ذلك مجرد صدفة أم ببساطة هو بينة اختبارية؟ وقد ينطوي الفكر الإنساني، كما فكر الأطفال، على استبصارات بسيطة قد يثبتها العلم فيما بعد...

## الابتكار من الداخل

- *كيف يؤثر الصلصال على هذه الجزيئات؟*

- يتصرف الصلصال كمغنطيس صغير وتقوم شوارده، أي ذراته التي فقدت بعض إلكتروناتها أو امتلكت فائضا منها، باجتذاب المادة من حولها وحثها كذلك على أن تتفاعل كيميائيا. فإن المواد النادرة الضرورية للحياة (oligo-elements) الموجودة اليوم أتت نتيجة لتطور شوارد المحيط البدائي الصغيرة. وبفضلها كان ممكنا أن تستمر المادة في تكوين تجمعاتها.

- *لتعطي مزيدا من مسبحات (سبحات) طويلة من الذرات؟*

- لا يقتصر الأمر على ذلك إنما تحدث هذه المرة ظاهرة جديدة؛ تكون بعض الجزيئات شرهة للماء فتنجذب إليه وتكون البعض الأخرى كارهة للماء فتبتعد عنه. البروتينات التي توجد في البحيرات الشاطئية تتكون من الحموض الأمينية، بعضها تحب الماء وبعضها الأخرى لا. ماذا تفعل؟ إنها تلتوي على ذاتها وتتحدب مما يجعلها تلامس الماء بسطحها الخارجي وتنعزل عنه في الداخل.

- *تتحول إلى كرات؟*

- إنها تنغلق على ذاتها نوعا ما. وتشكل سلاسل الجزيئات الأخرى أيضا أغشية تغلفها فتتحول إلى كرات تظهر عندئذ في مياه المحيط كما قطرات الزيت في صلصة الخل (vinaigrette)[1].

---

1- صلصة الخل هي خليط من الزيت والخل والملح يستخدم لإعطاء السلطة طعما لذيذا

إن ظهور هذه الكرات المتنوعة التي ليست حية بعد ظاهرة جوهرية.

- *لماذا؟*

- لأول مرة في تاريخنا يظهر شيء مغلق على ذاته، شيء له "داخله" و"خارجه" على حد تعبير تيلار دي شاردان (Teilhard de Chardin). وسيتولى هذا " الداخل" أمر استمرار تطور كراتنا حتى ظهور الحياة وبعدها حتى ظهور الوعي.

- *يتكون الوعي بلمسة صلصة الخل السحرية؟!*

- لمَ لا، في كل الأحوال تولد الحياة في المستحلب. وأهمية هذه القطرات الصغيرة في أنها تشكل أوساطا مغلقة ومنعزلة عن الحساء البدائي، فتسجن في داخلها "سجناء" من المواد الكيميائية لتشكل منها خليطا خاصا بها فتتحول بهذه الصورة إلى بوتقات جديدة للحياة.

- *وتتناول مشعل التطور، كما فعلت النجوم في لحظة ما من الفصل الأول، لتدفع نحو التعقيد من جديد.*

- بالضبط. دون هذه الأغشية لم تستطع هذه التجمعات الجديدة البقاء كما لا يمكن أن يعيش الإنسان بلا جلد. فإن تكوين الأوساط المغلقة كان ضروريا جدا لكي يستمر التطور.

- *كيف عرفنا ذلك؟*

- بإمكاننا أن نقلد هذه المرحلة في المختبر بسهولة. يكفي أن نأخذ كمية من الزيت والسكر والماء وأن نخضها، سنحصل بهذه الصورة على مستحلب مؤلف من قطرات صغيرة تشبه الخلايا، إذا نظرنا إليها تحت المجهر. نجد أن هذه الظاهرة تلقائية إلى حد بعيد. وكانت الجزيئات في الحساء البدائي كبيرة بما يكفي لتتجمع بعضها مع بعض وتنغلق على ذاتها وتشكل هذه القطرات الصغيرة.

- *وكان ذلك يحدث على الكوكب في كل مكان.*

- في كل مكان في البحيرات الشاطئية. وتكون هذه القطرات بمقياس واحد بحيث أن توافق التوازن فيما بين حجمها ووزنها ومقاومة غشائها(فهي تتجزأ إن كانت كبيرة أكثر من اللزوم) وهذا هو السبب لأن تكون الخلايا الحية التي ستنتج عنها بمقاييس متماثلة تقريبا، بين ١٠ و٣٠ مكرون.

## قطرات الحياة

- *ولكن هذه القطرات ليست" حية" .*

- ليس بعد. لنقل " ما قبل الحية". وفي هذه المرحلة أخذت هذه القطرات تتكاثر بكميات هائلة. وكان لديها ميزة حسنة تتمثل في أن غشاءها مُنخلي، أي أنه يسمح بمرور بعض الجزيئات الصغيرة التي تتحول في الداخل إلى جزيئات مركبة لم تعد تستطيع الخروج. وتنطلق في داخلها كيمياء جديدة وتحدث هنالك تفاعلات كيميائية جديدة...

- *تطبخ كل واحدة من هذه القطرات حساءها الخاص. ألا يكون هذا، في معنى ما، بداية تخصص الفردية.*

- نعم. وينتج ذلك تنوع كبير في هذه المنظومات ما" قبل الحية". إن تفاعلات الخليط الداخلي الكيميائية أحيانا تمزق الغشاء فتتشتت الجزيئات، وأحيانا أخرى، بالعكس، تساعد في توطيد غشائها وتؤمن كذلك بقاء المنظومة... وتمهد بهذه الصورة لنوع من اصطفاء القطرات سيستمر خلال ملايين السنين... إنه لصراع من أجل الحياة قبل ظهور الحياة.

- *اصطفاء طبيعي منذ ذلك الحين!*

- الاصطفاء الذي تنبأ به داروين. وحدها القطرات التي تملك وسطا كيميائيا داخليا ملائما مع البيئة المحيطة بها تستطيع الاستمرار. وتلك التي لديها إمكانية توليد الطاقة، على سبيل المثال، تمتاز علي الأخرى.

- *لماذا؟*

- لأن هذه الطاقة تسمح لها بأن تتطور. وتستخدم من أجل ذلك بعض منها المواد من الخارج التي تمر عبر غشائها وتكون هذه طلائع تفاعلات التخمر. وبعضها الآخر التي احتوت على أصبغة، أعني جزيئات تستطيع احتجاز الضوء، تحول فوتونات الشمس إلى إلكترونات كالخلايا الكهرضوئية (photopiles)، فهي لا تخضع لامتصاص المواد الخارجية.

- *هكذا أفضل.*

- طبعا! لأن الحساء البدائي المسكون بكل هذه القطرات النهمة يستهلك تدريجا مع الزمن. فإن البنى الصغيرة التي تتمتع باستقلال داخلي تكون في وضع أفضل بالمقارنة مع تلك التي تحتاج إلى أن تمتص موادا تقل كميتها في المحيط تدرجيا.

- *الندرة منذ ذلك الحين!*

- نعم. ولكن كل ذلك كان لا جدوى منه إن لم تحدث ظاهرة أخرى في هذا الوقت. وتتمثل هذه الظاهرة في أن بعض القطرات تصبح قادرة على أن تصنع بنفسها خليطها الداخلي الصغير وأن تضاعف وصفتها مما يهبها قدرة تطورية كبيرة.

## البقاء مضمون

- *كيف يبدأ التناسل؟*

- تحتوي هذه القطرات علي سلاسل جزيئات مركبة خاصة جدا ألا وهي سلاسل الحمض النووي الريبي (RNA)، المؤلف من أربع جزيئات (الأسس القلوية الأربعة للجينات المستقبلية). لقد أثبت حديثا أن لديه قدرة خارقة؛ إنه يستطيع التوالد. لنتخيل الآن أن قطرة من تلك القطرات تنقسم إلى اثنتين وأن كل قطرة جديدة ناتجة عن هذا الانقسام تحتوي على (RNA) متماثلا للأول. ولنتخيل أيضا أن هذا (RNA) يلعب دور الوسيط داخل القطرة.

فإننا سنحصل، والحالة هذه، على نوع من نقل مخطط بدائي يمكن استخدامه لإعادة بناء أغشية ومنظومة متماثلتين. وهذا هو نمط التولد الذاتي في حالته البدائية. يفترض أن القطرات التي تحوي مثل هذا (RNA) " ترى" بقاء نوعها على قيد الحياة مضمونا.

- *أ نستطيع القول أن المسألة تتعلق هذه المرة بقطرات الحياة الأولى؟*

- إننا نوافق عموما على أن الكائن الحي هو منظومة قادرة على أن تؤمن حفظ ذاتها وأن تدير شؤونها بنفسها وأن تتناسل. وهذه هي الخصائص الثلاثة التي تميز الخلية، البنية الأساسية لكل كائن حي، ابتداء من البكتيريا ووصولا إلى الإنسان، وهذه الخصائص نستطيع أن ننسبها فعلا إلى هذه الكريات البدائية. وإذا ما نقص واحدة منها فقط فالأمر لا يتعلق بكائن حي. لنأخذ على سبيل المثال البلورات، فهي، ومع أنها تستطيع إعادة تشكيلها، ليست بنية حية لأنها غير قادرة على توليد الطاقة.

- *هل يعيش الفيروس؟*

- حالته أكثر غموضا. لنأخذ فيروسا كالفيروس الذي يسبب مرض تبرقش أوراق التبغ (la maladie de mosaique du tabac). عندما نجفف عينة منه نحصل على بلورات نستطيع حفظها في وعاء زجاجي، كما السكر العادي أو الملح، خلال سنين. لا يتكاثر الفيروس ولا يتحرك ولا يمتص أية مادة فهو لا يعيش. لقد أصبح

مجرد بلورا. ولكن، إذا ما عدنا بعد فترة إلى هذه البودرة وأضفنا إليها قليلا من الماء... ووضعنا قليلا من هذا المحلول على ورقة من أوراق التبغ، نلاحظ أن النبتة سرعان ما تظهر علامات الإنتان مما يدل على أن الفيروس استرد قدرته الحيوية وأخذ يتكاثر بسرعة مرعبة.

- *هل هو حي أم لا؟*

- لنقل أنه على حد ما بين وبين. وهو نوع من الطفيليات التي تحتاج إلى الحياة لكي تتكاثر. إنه يستخدم الخلية كآلة النسخ الضوئي. لذا فكنا نظن في السابق أن الفيروسات هي الأشكال الأكثر بدائية للحياة بل وأنها كانت في الأصل. ولكن هذا قليل الاحتمال لأنها تحتاج إلى وجود بنية حية أخرى لتكاثرها. ونفكر اليوم أن الفيروسات هي، بالعكس، منظومات متقنة غاية الإتقان وتنحدر من الخلايا التي تطورت، متحررة من مادتها الوراثية المزعجة لتختزل إلى هيئاتها الأكثر تبسيطا وتكتسب فعالية أكبر، ولكنها اختصرت لدرجة بلغت معها حدها الحيوي الأدنى.

## عدوى الحياة

- *لنعد إلى قطراتنا المالكة شيئا من الخصوصية، تلك التي تستطيع التناسل. باعتقادي أنها هكذا ستبدأ تتكاثر.*

- تستمر في أحضانها لعبة الكيمياء وتتحسن رموز الوراثة. تنتظم خيوط RNA من خلال اقترانها في أزواج إضافة إلى تغيرات بسيطة في تركيبها لتشكل حلزونا مزدوجا- الحمض النووي الريبي المنقوص الأكسيجين (DNA)، الذي هو تركيب استطاع أن تفرض ذاته بفضل تكوينه الأكثر استقرارا. ويبدأ عندئذ حوار فيما بين نوعين من الجزيئات المركبة، بين البروتينات وDNA. وعلى الأرجح أن التفاعلات الكيميائية فيما بينهما كانت مباشرة في البداية وتتحقق بدخول إحداهما في ثقوب الأخرى تحت تأثير لعبة تجاذب كيميائي بسيطة ومنظمة.

- *وتصل الطبيعة انطلاقا منها إلى طور الجينات، أسس الوراثة؟*

- جينات كل كائن حي على وجه الأرض شبيهة بقطع من السبحات المجدولة على شكل حلزون مزدوج تتألف من أربعة جزيئات، وهي الأسس القلوية الأربعة التي تتوالى واحدة بعد الأخرى ككلمات طويلة مكتوبة بأبجدية من أربعة حروف. وتستطيع هذه الجزئيات المركبة أن تندمج في أزواج متناغمة منتهى التناغم.

- *وستغزو إذاً القطرات المحتوية على DNA الأرض قاطبة؟*

- نعم، وبشكل خاطف السرعة! تظهر القطرات الأولى منذ حوالي مليار سنة بينما يحدث الاصطفاء الكيميائي أثناء

خمسمائة مليون عام فقط. وكما يبدو باتت الحياة زمنا طويلا ، وعلى مدى مئات الملايين من السنين، مستغرقة في سُباتها ، محدودة في بضع مناطق متوضعة في البحيرات الشاطئية والمستنقعات، وبعد وقت متأخر جدا استيقظت فجأة لتغزو كل شيء.

- *كم استغرق ذلك من الزمن؟*

- ربما بضع عشرات أو مئات السنين، مَن يدري؟ كان انفجارا حقيقيا بالمقارنة مع مليارات السنين السابقة. كل خلية تنقسم إلى ٢ ثم إلى ٤ ثم إلى ٨ ثم متوالية هندسية وهلم جرا حتى نصل سريعا جدا إلى مقادير فلكية. في تلك المرحلة لم يكن على الأرض ما يتلفها ويعيق تكاثرها. وإنما اليوم كل محاولة لظهور حياة جديدة ستبوء بالإخفاق في الحال بسبب وجود الكائنات الحية المتطورة. فما أن ولدت الحياة حتى قطعت وراءها كل الجسور. لقد انتشرت، في معنى معين، عدوى الحياة فأصيبت به الأرض قاطبة.

- *هل نستطيع القول أن في الطبيعة منطقا يقودها إلى أن تكتشف وتعمم* DNA؟

- كلا. الطبيعة لا " تكتشف" وليس لها أي قصد. إنها تعمل عن طريق الإزالة والحذف والإسقاط. إن DNA يسمح بتنوع هائل للكائنات الحية. ومن المنطقي جدا أن تلك التي بفضله أصبحت

قادرة على أن تصنع ذاتها استطاعت التكاثر والانتشار. وهذا هو ما جعل DNA يفرض نفسه على غيره.

- *لو ظهرت الحياة على كواكب أخرى لكانت قد قامت، هي أيضا، على أساس"* DNA؟

- من المحتمل. يدخل DNA في إطار تطور كيميائي منطقي للكون.

## الأحمر والأصفر

- *كيف تطورت قطراتنا الأولى؟*

- سيدفع الاصطفاء ببعض منها إلى أن تطور آليات التخمر. في بداية الحياة تحرر هذه القطرات كميات كبيرة من الميتان وغاز حمض الكربون تنحل وتتراكم في المحيطات. إن منظومات بيولوجية من هذا النوع ما زالت موجودة اليوم. يوجد في بطن الحيوانات المجترة وفي أمعائنا الغليظة بكتيريا تعتمد على التخمر في غياب الأكسيجين وتصنع الميتان والغاز والمواد الأخرى التي نحتاج إليها لنعيش. إلا أن هذا النمط ليس بذي فعالية كبيرة.

- *ما الأفضل منه؟*

- يحدث هنالك "اختراعان جميلان" - التمثيل الضوئي والتنفس. ويقوم الأول على أساس اليخضور (chlorophille) والثاني على أساس الخضاب (l'hemoglobine). لا تختلف هاتين

الجزيئتين في تركيبهما إلا قليلا وعلى الأرجح تنحدران من جزيء "سلف" مشترك. ويحدث عندئذ انشقاق بين هاتين الفئيتين، من جهة – القطرات التي تصنع الطاقة مباشرة باستخدام ضوء الشمس المتسلل إلى مياه المحيط وغاز حمض الكربون المحرر من المنظومات التي اعتمدت على التخمر(وهذا هو التمثيل الضوئي)، ومن الجهة الأخرى -تلك التي تمتص المواد الغنية بالطاقة والأكسيجين المطروحة من الأولى(وهذا هو التنفس) والتي سيتوجب عليها أن تتنقل لتحصل على غذائها. وهذا هو "الطلاق" الذي سيحدث بين البكتريا والأشنيات، بين عالم النبات وعالم الحيوان.

*-منذ ذلك الحين! إنه يحدث في مرحلة مبكرة جدا؟*

-نعتقد ذلك.

تبدأ شجرة الحياة بالتشعب منذ زمن مبكر جدا، منذ ظهور الخلايا الأولى. المستحاثات الأكثر قدما من الكائنات الحية المجهرية التي تم اكتشافها حديثا في أستراليا هي بقايا من بكتريا مستخدمة التمثيل الضوئي يرقى عمرها إلى ٣،٥ مليار عام.

## الانشقاق الأصلي

*-ينفصل العالمان ولكنهما يبقيان متعلقين أحدهما بالآخر.*

-نعم، وسيعيشان متكافلين. فباستخدام غاز حمض

الكربون والماء تصنع الخلايا ذات التمثيل الضوئي الأكسجين والسكريات، وتمتصها الأخرى لحفز احتراق السكريات بفضل الأكسيجين طارحة غاز حمض الكربون وأملاح معدنية.

*-وهذه هي ولائم الطبيعة الأولى.*

-نعم. "تأكل" الخلايا خلايا أخرى وقد تغيرت البيئة بوجودها. مع ظهور التمثيل الضوئي تتحرر كميات كبيرة من الأكسيجين الذي يشكل في الغلاف الجوي طبقة الأوزون المشهورة. وهذه تشكل حاجزا للإشعاع فوق البنفسجي وتصبح كذلك درعا يحمي هذا التكاثر الجرثومي.

*-القطرات تدعى الآن "الخلايا"؟*

-نعم. وهذه الخلايا البدائية تستمر في تطورها وتهب نفسها نواة. ووفقا لنظرية حديثة جدا تكون هذه المرحلة الجديدة نتيجة لمزاوجة غريبة. وتقول هذه النظرية أن الخلية النباتية تتولد من خلية مضيفة كانت قد تبنت ما يسمى بالسكواترز (squatters) أي "محتل مسكن شاغر". وكان محتلوا المسكن الشاغر هم أشنيات ذات التمثيل الضوئي التي تحولت تدريجيا إلى حبيبات اليخضور (clorloplastes) داخل الخلية. وبالتناظر، تنحدر الخلية الحيوانية من خلية مضيفة أخرى تعايشت مع نوع آخر من محتلي المسكن الشاغر، بكتريا تحولت مع الزمن إلى فتائل حبيبية (mitochondries)، وهي نوع من محطات حرارية صغيرة لتوليد الطاقة داخل الخلية وتكون موجودة في كل خلية حية متطورة.

- *نوع من التطفل؟*

- بمعنى ما. أو بالأحرى التعايش بالتكافل. وستحسن هذه الكائنات الحية الدقيقة تكوين ذاتها مثلا بامتلاك زائدة شبيهة بالسوط تسمح لها بأن تتحرك. وكذلك، إلى جانب الأشنيات والبكتيريا، ستنتشر أسرة أخرى – الخلايا المحتوية على النوى التي هي خلايا متحركة ذات رجل وتمتلك فتحة على غشائها مزودة بأهداب اهتزازية لاجتذاب البكتيريا والأشنيات إلى داخلها ولطرح الفضلات.

- *هل كانت ثمة احتمالات أخرى لتطور هذه القطرات؟*

- لقد عرفت الطبيعة، دون شك، كل أشكال التكاثر والتحول الغذائي الممكنة وقد تبرعمت في كل الاتجاهات ولكن الحياة بشكلها المألوف اليوم حذفت الدروب الأخرى كلها. نعرف شكلا آخر من الحياة على الأرض، وهو نادر جدا. في أقصى أعماق المحيط، منتظمة حول ينابيع صُهارة الأرض الكبريتية توجد كائنات تشكل واحات حية تحت سطح المحيط حيث كل شيء أحمر وأصفر. ليس هنالك اخضرارا لعدم وجود اليخضور. تؤكل البكتيريا من قبل خلايا دقيقة أخرى وهذه تؤكل من قبل سمكات دقيقة وتؤكل هي من قبل سمكات أكثر ضخامة...

## ألوان الحياة

- *في هذه القصة لم تعد الطبيعة أدراجها أبدا وإنما تتسارع مندفعة بكاملها دائما إلى الأمام نحو ما هو أكثر تعقيدا. ترى هل لها ذاكرة؟*

- ثمة نوع من الذاكرة الكيميائية بمعنى أن الخلية هي شكل وفي الوقت نفسه إعلام بالنسبة للخلايا الأخرى. وهذه الأشكال الخلوية متممة بعضها بعضا، مندمجة بعضها ببعض، فيما بينهما ألفة وصلات القربى وهي تعرف بعضها. إن عالم الجزيئات عالم الإشارات وللكيمياء لغتها الخاصة. بعض مجموعات الجزيئات تسوق الطاقة من بعد، وبعضها مؤهلة للتكاثر، وبعضها الأخرى تجتذب سحبا من الإليكترونات كما تفعل الأصبغة على سبيل المثال. أتعرف لماذا الحياة ملونة كل هذا التلون الكبير؟

- *باعتقادي ليس فقط من أجل الجمال.*

- ليس فقط لتبدو جميلة. إن الأصبغة هي جزئيات تحوي إلكترونات ذات قابلية كبيرة للتحرك وهذه الميزة تجيز لها أن تمتص حبيبات الضوء، الفوتونات، وأن تشكل بها أطيافا معينة تلون المادة، ولكنها في الوقت نفسه تساهم في تكوين سلاسل الجزيئات التي تدخل في بنية الحي. وتنظم الأصبغة كيمياء بارعة لا تتطلب طاقة كبيرة. وبما أن الخضاب واليخضور يتميزان بهذه

الخصائص، فإنهما يدخلان في تركيب الكائنات الحية وهذا هو السبب الذي يجعل الدم أحمر والأوراق خضراء.

- *الجمال مكافأة... لم يكن ممكنا إذاً أن يكون العالم الحي رماديا؟*

- ربما لا.

ولا أبيض كليا ولا أسود كليا. اللون شريك لا غنى عنه للحياة.

## المصادفات الكاذبة

- *مرة أخرى لعب الزمن دورا أساسيا في هذا الجزء من التاريخ.*

- نعم. إنه يتقلص ويتمدد وفقا لمراحل التطور. ظهور جزيء ذي فعالية كبيرة يكثف حيز الزمن، فبوسعه أن يغزو بيئته ويبطل في بضع لحظات مفعول الجزيئات الأخرى التي كانت تحتاج إلى آلاف السنين الطويلة لتطورها.

- *منذ تكوين الأرض البدائية إلى الخلية الأولى يبدو السيناريو كاملا؟*

- نعرف، رغم بعض الثغرات، مراحله الكبرى. لكننا لا نعلم بشكل جيد كيف فرضت آليات التكاثر ذاتها. ولا يزال يفكر بعض الباحثين أن الحياة ظهرت في مكان آخر ونقلت إلى الأرض مع النيازك ثم انتشرت على الأرض وذلك ليس عبثيا كليا.

*-هل نستطيع تقليد هذا التطور في المختبر عن طريق التركيب الكيميائي ونصنع حياة في أنبوب الاختبار؟*

-تقريبا. ثمة الكثير من العلماء الذين رغبوا بأن يحققوا ذلك. وهذا المجال الحديث جدا الذي نسميه " الحياة الاصطناعية" يتضمن مناهج عديدة. نستطيع من خلالها تركيب الجزيئات، أو إحداث تطور طبيعي في أنابيب الاختبار بتأمين شروط الاصطفاء الداروني من أجل صنع جزيئات قابلة للتكاثر. نستطيع أيضا اجتياز بعض المراحل عن طريق تمثيلها بالكومبيوتر. لقد توصلنا اليوم إلى اختراع حشرات آلية قادرة على أن تتأقلم تلقائيا مع ظروف جديدة، وأن تصعد بالمصاعد، وأن تنهض إذا ما وقعت، وأن تهرب من الحرارة، وأن ترسل إشارات فيما بينها. يود بعض الباحثين ابتداع أشكال أخرى للحياة، على أساس السيليسيوم على سبيل المثال.

*-لا نملك إلا أن نلاحظ أنه، كما في تطور الكون، فإن شيئا من المنطق تخلل هذا العرض. هل يكون هذا " منطق العالم الحي" الذي تكلم عنه البيولوجي فرنسوا جاكوب (Francois Jacob)؟*

-لنقل بالأحرى أن هنالك تسلسلا من التفاعلات الكيميائية التي تقود إلى أوضاع وحيدة الاتجاه وإلى اكتساب خصائص جديدة. وكل ذلك يبني التاريخ الذي نجد أنفسنا في نهايته ونعيد صياغته الآن. وإن بدا لنا فريدا ولا مثيل له، فهذا لأنه تاريخنا.

- *ومع ذلك يبدو وكأنه سلسلة من المصادفات...*

- هذه ليست بمصادفات. لنتأمل جنديا يقص لنا قصة عجيبة من الحرب. لقد كان في شقة ما عندما وقعت قذيفة فوق البناء الذي هو فيه ولكنه احتمى تحت السرير ونجا. ومرة أخرى قفز جندينا أثناء مهمة ما بالمظلة التي تشابكت حبالها ولكنه هبط في مستنقع مما خفف صدمة السقوط. وإذا ما كانت قصته قد بدت لنا خارقة وغريبة للغاية فهذا لأنه وجد أمامنا ليقصها. ثمة ملايين من قصص الجنود التي عرفت نهاية مأساوية بالتأكيد، ولكن هؤلاء ليسوا بيننا ليقصوا لنا تلك القصص. والحياة كذلك. فإذا ما بدت لنا أنها ناجمة عن سلسلة من المصادفات فهذا لأننا ننسى الملايين من الدروب التي ضاعت دون أن تفضي إلى شيء إطلاقا. فإن قصتنا هي العرض الوحيد الذي نستطيع إنشاءه. وهذا هو السبب الذي يجعلها تبدو لنا خارقة وعجيبة إلى هذا الحد البعيد.

# المشهد الثالث
# انفجار الأنواع

*الخلايا التي ظلت منفردة كل هذا الزمن الطويل تتلاقي الآن في تضامن عميق. يتفتح عالم غني بالألوان، تولد أنواع وتموت وتتنوع. وتنمو الحياة وتتكاثر*

## تضامن الخلايا

- *في هذه المرحلة من تاريخنا كانت الأرض تعج بخلايا تعيش بسلام في المحيطات وكان بإمكانها أن تستمر هكذا...*

- ولكنها جاءت لحظة أجبرت فيها على أن تتطور. تتسمم الخلايا الأولى التي تكاثرت بفضلاتها التي تطرحها في البيئة. إلا أن الحياة تبدي منذ البداية ميلا إلى تجمع الأفراد. وللتجمعات الخلوية أفضلية تطورية واضحة لأنها في المجموعة تكون محمية بشكل أفضل وتكون بالتالي أجدر على البقاء على قيد الحياة من الخلايا المنفردة.

- *كيف تتمكن من تكوين تجمعاتها؟*

- يمكن أن يساعدنا في أن نفهم ذلك تصرف أميبة لا تزال تعيش اليوم وتسمى ديكتوستيليوم (le dyctostelium). تتغذى هذه الأميبة على بكتيريا، وإذا حرمناها من الماء والغذاء، تفرز هرمون الطوارئ، فتتجه إليها الأميبات الأخرى وتتجمع حولها في مستعمرة تتألف من حوالي ألف فرد تستطيع التنقل بكاملها كالبزاق[1] بحثا عن الغذاء. وإن لم تجد غذاء تتجمد وتنمو ساقا تمتلئ بالأبواغ (spores) فقد تبقى هكذا في حالة التجفف التام إلى ما لا نهاية. وإذا ما أضفنا الماء تأخذ الأبواغ تنضج وتتفتح لتعطي من جديد أميبات مستقلة تنطلق كل منها في حال سبيلها. ويتصرف بالطريقة نفسها أشنة خضراء تدعى فولفوكس (volvox)، وهي خلايا صغيرة مزودة بزائدة شبيهة بالسوط تفرز في بيئة تفتقر إلى المواد الغذائية إفرازا هلاميا يجعلها تلتصق بعضها ببعض، فتتحرك بطريقة منظمة في اتجاه واحد، موجهة زوائدها السوطية إلى الخارج وكأنها كيان واحد غير قابل للتجزؤ والانشقاق.

- *وهكذا ستتكون أول الكائنات المتعددة الخلايا؟*

- من المحتمل أن منطقا مماثلا من التطويع الاجتماعي لعب دوره في بداية الحياة. تستفيد بعض التجمعات الأولى للخلايا البدائية من قناة مركزية مشتركة أشبه بمواصلة المجاري لطرح

---

1- بزاق – جنس حيوانات من الرخويات

الفضلات إلى الخارج بينما تتخذ الأخرى شكلا مغزليا وتتزود من الأمام بجهاز التنسيق وبجهاز التسيير من الخلف أو على الجوانب فتبقى كذلك مرتبطة بعضها ببعض.

- *ما هو شكل هذه الحزم من الخلايا البدائية؟*

- تتضمن هذه المجموعات بضعة آلاف الأفراد وتشكل كتلا هلامية شفافة ومنها الكائنات الحية المائية الأولية، الديدان، الإسفنجيات وقناديل البحر البدائية الصغيرة. ويحدث هذا التحول في غضون بضع مئات الآلاف من السنين فقط؛ التطور يتسارع.

## توزيع العمل

- *هل تختلف هذه التجمعات الجديدة اختلافا كبيرا عن تلك التي قبلها.*

- نعم. إذ تتكون المادة من متكدسات متجانسة من الذرات عموما. أما في العالم الحي، تتنوع الخلايا التي تتجمع وفقا لموقعها في الجسم. فيتخصص بعضها للحركة وبعضها الأخرى في الهضم والأخرى في تخزين الطاقة. وشيئا فشيئا من خلال التكاثر على مر الأجيال تنقل هذه الكائنات الحية صفاتها إلى سلالتها.

- *ونستطيع مرة أخرى تفسير هذه الظاهرة بالحاحية البقاء على قيد الحياة وليس إلا؟*

-نعم. إن العضوية المؤلفة من خلايا مخصصة تقاوم بشكل أفضل من مجموعة الخلايا المنفردة لأنها تستطيع التصدي لتحديات البيئة بطرق مختلفة وهذا ما يعطيها فرصا أكثر للبقاء على قيد الحياة. المنظومات الأحادية التركيب تنتهي دائما إلى الزوال.

*-ولكن ما الذي يجعل هذه الخلايا تتجمع؟ إنها بالتأكيد، لم تكن قد قالت لنفسها " هكذا أفضل لي من أجل بقائي على قيد الحياة" !*

-بالطبع لا ! من الواضح أن الخلايا لا تعرف أن مصلحتها في أن تفعل ما تفعله، ولكنها تملك آليات التعلق التي تدعوها إلى أن ترتبط بشبيهاتها وتتبادل معها مواد كثيرة. وتؤدي لعبة هذا الاتصال الكيميائي -إضافة إلى تغيرات طفيفة في جيناتها - في نهاية المطاف إلى تخصصها مما يؤسس لنوع من الطبوغرافيا لمجموعة الخلايا. لدى قناديل البحر، على سبيل المثال، جهاز التقلص يسمح لها بأن تتحرك وجهاز حسي يجعلها قادرة على أن تتجه نحو أماكن الغذاء. وتكون برامج المجموعة موجودة في كل واحدة من هذه الخلايا فيكفي أن تثار واحدة منها فقط لكي تنطلق العضوية بكاملها.

*-ومع ذلك، ثمة خلايا بقيت منفردة واستطاعت البقاء على قيد الحياة وما زال بعض منها موجودة حتى اليوم. لماذا لم تتجمع هي أيضا؟*

-لأنها تأقلمت مع بيئتها بشكل جيد. وهذه هي حالة المتطاولات (paramecies) والأميبات (amibes). إنها محمية بغشاء متين ومزودة بأهداب اهتزازية تساعدها في أن تتنقل بسهولة، لديها أيضا بقع حساسة للضوء لتوجيهها إلى مصدر النور وخمائر فعالة تمكنها من هضم فرائس مختلفة. ولدى البكتيريا نوع من الشم عبارة عن استقلابات كيميائية تتصل بسوطها وتقودها إلى الأماكن الأكثر غنى بالغذاء، أشبه إلى حد ما بما نفعل نحن عندما نشم رائحة وجبة شهية.

## يحيا الجنس

*-كيف ستتابع الكائنات المتعددة الخلايا تطورها؟*

-ابتداء من أبسط الكائنات المتعددة الخلايا كالأشنيات، قناديل البحر والإسفنجيات تتشعب شجرة الحياة في ثلاثة أغصان كبيرة كما يلي:

-غصن الفطور – ويتضمن السرخسيات، الطحالب والنباتات ذات الزهور

-غصن الديدان – ويتألف من الرخويات، القشريات، العنكبوتيات والحشرات

-غصن الأسماك -وهنالك الزواحف وجبليات الظهور، ثم الطيور والبرمائيات والثدييات.

- *ويأتي بعد ذلك أعظم الابتكارات، الجنس. كانت الخلايا حتى الآن تتوالد بإعادة تركيب ذاتها، بالمعنى الدقيق للكلمة. وإنما، مع الجنس يعطي كل أثنين من الكائنات الحية كائنا ثالثا يختلف عنهما. ما هذه اللعبة الماكرة الصغيرة التي أبدعته؟*

- تقول بعض الفرضيات أن التكاثر الجنسي ينشأ... عن الآدمية الوحشية (cannibalisme)؛ عندما تأكل بعضها البعض تكون الخلايا قد دمجت في ذاتها جينات الأنواع الأخرى التي تختلط مع جيناتها. وكانت هذه الظاهرة موجودة من قبل عند البكتيريا حيث تتزاوج بعض منها، مخالطة الزائد والناقص، وتبادل مادتها الوراثة. وعلى مر الزمن، وبقدر ما تتطور بنية الكائنات الحية، ستهب هذه الكائنات نفسها خلايا متخصصة بالتكاثر، الخلايا التناسلية التي تحوي كل واحدة منها نصف جينات جسمها. وبهذه الصورة يتم تعميم التكاثر الجنسي.

- *ويصبح عالم الأحياء منذ الآن وصاعدا أكثر فأكثر تنوعا.*

- كان ذلك ثورة. بفضل الجنس، يصبح بإمكان الطبيعة أن تمزج الجينات فيتفجر التنوع وتبدأ مغامرة التطور البيولوجي الكبرى التي ستتعرف إلى تجارب فاشلة لا حصر لها وإلى دروب مغلقة لا تفضي إلى هدفها وإلى أنواع غير قادرة على البقاء على قيد

الحياة... تختبر الطبيعة في مقاييس العظمة الحقيقية وقسوتها؛ كل نوع مبتكر حديثا، طالما لم يستطع التأقلم يندثر ويزول.

- *لماذا تثبتت الجنسية بين الاثنين وليس بين الثلاثة؟*

- اختلاط الجينات ذات شريطين "DNA" يضع في حيز التنفيذ عملية التزاوج. ويتطلب امتزاج أزواج الصبغيات في بيضة ملقحة تشغيل آليات بيولوجية معقدة للغاية. ولكانت هذه الآليات أكثر تعقيدا لو كان يجب أن تمتزج صبغيات من نمط وراثي ثلاثي الآباء. ولو ابتكرت بعض الأنواع تكاثرا جنسيا من هذا النمط لما استطاعت البقاء على قيد الحياة.

## الموت ضروري

- *وتحدث ظاهرة حاسمة أخرى؛ إدخال الزمن داخل العضوية، أعني التقدم في السن حتى، في النهاية، اختفاء الفرد، الموت. ألم يكن بالإمكان أن نستغني عنه؟*

- الموت، شأنه شأن الجنس. فإن الموت يعرض للتداول الذرات والجزيئات والأملاح المعدنية التي تحتاج إليها الطبيعة لكي تستمر في تطورها. وهو يعمل في إعادة التوزيع الهائل للذرات، التي يبقى عددها ثابتا منذ الانفجار الكبير. وبفضله يصبح بالإمكان أن تتجدد الحياة الحيوانية على الدوام.

- *هل الموت موجود منذ بداية الكائنات الحية الأولى؟*

- نعم، قناديل البحر هي أيضاً تشيخ. وفي كل الكائنات الحية تتجدد الخلايا باستمرار ولكنها تملك مواليد الذبذبة الكيميائية، نوعا من الساعة البيولوجية الداخلية التي تحدد عدد إعادة تكوينها إلى ما بين ٤٠ و٥٠ مرة. وعندما تصل إلى هذه المرحلة فإن آلية مبرمجة في جيناتها تدفع بها إلى نوع من الانتحار، فتموت. وحدها الخلايا الخبيثة تنجو من حتمية الموت؛ إنها تتكاثر أبديا دون أن تتخصص وتتميز كما تفعل ذلك الخلايا الجنينية.

- *ولكن خلودها يسبب موت الجسم الحي الذي تنتمي إليه... هل نستطيع القول أن الموت من ضرورات الحياة؟*

- حتما. إنه منطق الحياة. بقدر ما تنقسم الخلايا تتضاعف الأخطاء في رسالتها الوراثية وتتكدس هذه الأخطاء مع الزمن حتى تتضخم كميتها في الأخير إلى درجة تجعل معها الجسم يتدهور ويموت. وهذا الظاهرة لا مفر منها. طبعا، ليس الموت مكافأة بالنسبة للكائن الحي بحد ذاته ولكنه جائزة بالنسبة للنوع إذ أنه يسمح له بأن يحافظ على مستوى أدائه الأمثل.

- *وبعد أن عرف التطور الجنس والموت، هل يبقى ثمة شيء أفضل يستطيع فعله؟*

- أن يتحسن أكثر. سينتقي عالم الأحياء كذلك طريقة لتوليد الطاقة، وسيغني استقلابه باستخدام السكريات في الطعام. وسيطور العضلات وهذا سيمكنه من أن يتصرف ويسبح ويطير

ويعدو ويغزو العالم، وفي نفس الوقت تنظم اللاقطات التي هي الحواس نشاطات الجسم. تظهر ثلاثة أشياء جديدة هي: جهاز المناعة الذي يؤمن الحماية ضد الطفيليات والفيروسات؛ الجهاز الهرموني الذي يتولى السيطرة على الإيقاع البيولوجي والتناسل الجنسي؛ الجهاز العصبي الذي يدير التواصل الداخلي.

- *متى يظهر هذا الأخير؟*

- لأجل تكاثرها تحتاج الكائنات الحية الأولية، قناديل البحر والأسماك البدائية، إلى تنسيق نشاط خلاياها، فتهيئ قنوات يتداول عبرها الإعلام. تملك الدودة التي لا تتألف إلا من بضع آلاف الخلايا ألیافا عصبية تتجه نحو الرأس حيث تتجمع في العقد العصبية. ومع تقدم التطور يتوسع ويتشعب هذا الجهاز ليشكل شبكة من الخلايا العصبية المرتبطة بعضها ببعض وفيما بعد ستتجمع هذه الخلايا في الدماغ. وفي الواقع، تظهر الأجهزة الثلاثة، العصبي، الهرموني والمناعي، منذ أن خرجت الحيوانات من الماء

## هبة الدموع

- *ما الذي دفعها إلى أن تخرج من الماء؟*

- في المحيطات تتكاثر الأنواع بسرعة ويسود التنافس. يصبح مناسبا بالنسبة للحيوانات المائية أن تجازف بخروجها إلى الأرض الصلبة لتبحث فيها عن الغذاء، مع أنها تعود إلى الماء لتضع

بيضها فيه. ثمة سمك غريب يدعى بالأختيوستيكا (ichtyostega) كان دون شك أول مَن اختبر هذا النمط من الحياة. وهو يملك زعانف كبيرة، يعيش في البحيرات الشاطئية الصغيرة ويخرج من وقت إلى آخر عينيه الجاحظتين فوق سطح الماء ليلتقط حشرات صغيرة. وعلى مر الأجيال، يغامر أحفاد هذا النوع بالخروج إلى الأرض لوقت أطول بفضل غلاصمها القادرة على التقاط أكسيجين الهواء ولكن أيضا بفضل دموعها، فكان فعلا ضروريا بالنسبة لها أن تحافظ على رطوبة عينيها لتتمكن من رؤية جيدة في الهواء كما في الماء. وكذلك من خلال الانتقاء المتعاقب يتحسن النوع فتصبح الزعانف أكثر صلابة ويظهر الذيل. وستكون من أخلافها الضفدعيات والبرمائيات. وإن لم يكن هذا السمك قد ذرف دموعه، لما كنا قد وجدنا نحن الآن.

- *هل تيسر الحياة في هواء طلق التطور؟*

- نعم. في الهواء يكون الاتصال أسهل وأسرع وأبسط وإمكانية الحصول على الغذاء أكبر. ولكن الأكسيجين هو سم للحياة لأنه يؤدي إلى ظهور جذور ذرية حرة وهي جزيئات غير متوازنة تؤدي إلى تدمير الخلايا فتسبب الشيخوخة المبكرة. وفي الوقت نفسه، فهو أساسي ولا غنى عنه لأنه يعطي الكائنات الحية طاقة ويدفع بالتطور إلى الأمام.

- *كيف تسرع هذه الضغوط الجديدة إتقان أجسام الكائنات الحية؟*

- مع ظهور الهيكل العظمي تصبح الحيوانات قوية بما يكفي لتتحرر من بلادتها. ويسمح لها ابتكار العضلات بأن تتحول من كائنات هلامية رخوة، كدودة الأرض أو قناديل البحر، إلى عناصر فاعلة تمارس ضغطا ميكانيكيا على محيطها وقادرة على أن تتحمل ثقل الشحوم الحامية للدماغ. كل شيء فيها يتنوع؛ الاستقلاب، أجهزة التنقل... وخلال هذا الزمن تصطفي النباتات أجهزة لتخزين الطاقة الشمسية في الأوراق ونقلها بالنسغ.

## شم النبات

- *لماذا لم يطور النبات كل هذه المعجزات التي ابتكرتها الحيوانات؟*

- ما عدا الأشنيات التي تتطور على سطح المحيطات تسلك النباتات طرقا أكثر اقتصادية بفضل وضعها الثابت مما يجيز لها ألا تصرف كميات كبيرة من الطاقة. نمط حياتها بسيط، خلايا حساسة للضوء مجهزة لتحويل الطاقة الشمسية مباشرة إلى طاقة كيميائية، جذور لامتصاص الماء والأملاح المعدنية... ولكن الدهاء يكمن في جهازها التناسلي الذي هو متحرك ويستخدم وسائل متنوعة. لقد ورثت النباتات جنسية غنية جدا هي أيضا وتكون متأقلمة على وجه رائع. يكفي أن نلقي نظرة إلى فطرة عند أقدام شجرة السيكوا[1] العملاقة التي يبلغ عمرها بضعة

1- سيكوا (sequoia) جنس أشجار حرجية كبيرة تشبه التنوب

آلاف السنين لنفهم ذلك. أو ببساطة إلى أشجار الصنوبر العادية في الجبال.

*-لماذا تكون هذه الأشجار نتيجة التأقلم الجيد؟*

-تحتاج الأشجار في الغابة إلى حرارة معينة لنموها. وكما زهور الربيع على كوكبنا الخيالي، فإن الأشجار داكنة الألوان أو السوداء تختزن الأشعة الشمسية الضعيفة بشكل أفضل فترفع حرارة محيطها المباشر وتخلق كذلك مناخا محليا مناسبا لنموها. ولكن في الشتاء تتغطى بالثلوج وتصبح بيضاء. وإذا ما ظلت هكذا زمنا طويلا لم تعد تستطع تأمين هذه الظروف الملائمة. غير أن أغصانها النحيلة الموجهة إلى الأسفل التي تكسوها أوراق رفيعة كالإبر لا تمسك الثلج طويلا فتستعيد لونها وتتدفأ من جديد بسرعة أكبر من غيرها. لقد حفظ التطور بهذا النوع من الأشجار التي قاومت مقاومة أفضل تقلبات المناخ. ولهذا السبب نجد الصنوبريات في الجبال العالية...

*-... ونفتتن بتأقلمها الرائع. سؤال ساذج: لماذا لم تطور الأشجار أدمغة لها أيضا؟*

-لا تحتاج الكائنات الثابتة إلى وظائف التنسيق المعقدة وهي ليست مدفوعة بالضرورة إلى أن تهرب وتدافع عن نفسها وتتصارع كما الحيوانات. ومع ذلك نبدأ نكتشف لدى النبات نوعا من الجهاز المناعي وجهازا للاتصال وحتى جهازا متماثلا للجهاز

العصبي. لدى النباتات آليات متطورة تتولى حمايتها من الغزاة. على سبيل المثال هنالك نوع من " هرمون " نباتي يسمح لها باستنفار آلياتها الدفاعية. ونعلم أيضا أن النباتات تنبه بعضها بوجود مهاجم ما عن بعد.

*-تنبه بعضها؟*

-نعم. عندما تكون في حضور حيوانات نشالة ترغب بأكل أغصانها المنخفضة تفرز بعض الأشجار مواد طيارة تنتشر في الجو وتنتقل من شجرة إلى أخرى فتحثها على أن تغير في صنع بروتيناتها بحيث أن تعطي طعاما كريها للأوراق. لن أذهب إلى أن أقول أننا يجب أن نتحدث مع النباتات في بيوتنا!

*-ومع ذلك يمكن التوكيد على أن الحيوانات هي الأولى على سبيل التعقيد، أليس كذلك؟*

- صحيح أن عالم الحيوان في تأقلمه مع البيئة يقدم براهين على الحيوية المفرطة أكثر من عالم النبات؛ هنالك أنواع تعدو وتحفر وتنقر وتسبح وتطير وتتسلق... كذلك تطور الحيوانات حيلا ومكائد لا حصر لها، وابتداء من أزرار الضغط لدى الجعلان[1] ولامسات الإخطبوط، تبتكر مكائد وفخوخا وأسلحة: مخالب، براثن، أجنحة، منقار، زعانف، قوقعة، درع، لامسات وسموم...

---

1- الجعلان–حشرات من الخنفساء (المترجم)

## الحذف الطبيعي

*-ولمَ نقول "تبتكر"...*

-إن الحيوانـات لا " تبتكـر" بـل تكـون ظـاهرة الاصـطفاء الطبيعي هي التي تحذف الأقل جدارة منها. لنأخذ على سبيل المثال عصافير الدوري ذات المنقار الطويل التي تتغذى حصرا على ديدان صغيرة تعشش في ثقوب الأشجار. وهي كثيرة العدد ونشطة لدرجة تصل معها إلى أن تقضي على كل الديدان الموجودة على سطح اللحاء، فتموت غالبيتها العظمى جوعا. إلا أن ثمة فئة صغيرة بينها تتمتع، بسبب طفرة في جيناتها حدثت بالمصادفة، بمنقار رفيع وأكثر طولا منه عند غيرها. فتتمكن بفضله أخلافها من البحث عن الديدان في ثقوب أكثر عمقا وتقاوم كذلك العوز بشكل أفضل. وفي النتيجة، تتغلب هذه السلالة وعلى مر الأجيال يصبح لدى غالبية النوع منقار رفيع طويل. ولكننا لا نستطيع، والحالة هذه، القول أن عصافير الدوري هي التي اخترعت هذه الحيلة. في الواقع الأمر معكوس، فإن تلك التي لم تحظ بأن تحدث لديها الطفرة التي تهبها منقارا طويلا رفيعا تموت وتندثر.

*-ليس ثمة قصد إذاً في عملية التطور.*

-كلا. يمتحن التطور آلاف الحلول في آن معا، بعض منها تنجح والأخرى لا. فتلك التي تسمح بالبقاء على قيد الحياة تكون محفوظة هي بالتحديد.

*-لا تؤثر البيئة على التطور بشكل مباشر، أليس كذلك؟*

-نعتقد اليوم بأن البيئة ربما تؤثر على تصرف الخلايا تأثيرا يتحقق بواسطة الفتائل الحبيبية (mitochondries)، هذه المحطات الحرارية التي تملك، داخل الخلية، برامج وراثية مستقلة وتكون حساسة حدا للتغيرات. إلا أن ذلك لا ينتقل إلى السلالة.

*-ويبقى مبدأ الاصطفاء الطبيعي إذاً هو المقنع تماما اليوم؟*

-نعم، بشرط ألا نرى فيه فكرة "البيئة الخالقة" التي تقرر ما هو جيد وما هو سيء، هذا يحفظ وذاك يحذف. لا. لنتحدث بالأحرى عن "الحذف التنافسي" بمعنى أن الأنواع الأقل تأقلما تحذف على مر الأجيال. ولنفهم هذه الظاهرة بشكل جيد يجب أن نأخذ بعين الاعتبار الاستمرار وأن نفكر بسلسلة الأجيال المتعاقبة الطويلة التي تتغير ببطء شديد.

*-الأغلبية الساحقة للحلول، وأنواع مبتكرة من الطبيعة تندثر وتزول. ألا يوجد هنالك لحظات حاول فيها التطور أن يتوقف لكي يتمكن العالم الحي من بلوغ استقراره، كما زهور الربيع على كوكبنا الخيالي؟*

-كلا، لأن التنوع كان هائلا منذ بداية الحياة. سنقول مستعيرين مجاز هيوبرت ريفس: "إن ثمة حروفا أكثر مما يكفي لتشكيل كلمة واحدة فقط". ربما كان ممكنا أن يرسخ استقرار بعض الأنواع الناقصة على جرم صغير في نوع من تسوية أو هدنة

التطور، ولكن ليس على الأرض، بحجمها وجيولوجيتها ومحيطها الحيوي وعلاقاتها القائمة فيما بين المعدني والحي وبيئتها المتبدلة على الدوام التي تجبر الأنواع على أن تغير تكيفها وتتطور.

*-وهل يستغرق هذا بضع مئات الملايين من السنين؟*

-نعم. يعمل الاصطفاء الطبيعي على ظهور ملايين الأجيال المتعاقبة. تتهذب آليات الحواس، تتبدل التصرفات. تتجمع بعض الأنواع لتشكل كيانات مشتركة حقيقية كخلية النحل، على سبيل المثال، التي تصان حرارتها بحركة أجنحة العاملات. وعندما يترك النحل الخلية ليبحث عن الغذاء يؤشر إلى المصادر الأكثر قربا بواسطة الرقص. وبهذه الطريقة تقتصد الخلية من الطاقة وتحسن فرصها للبقاء على قيد الحياة إلى أبعد حد ممكن. والشيء نفسه بالنسبة للنمل، فهو يرعى اليرقات ويتسارع لمساعدة الملكة ويوزع العمل فيما بين الأفراد و كما خلايا الفولفوكس، يؤمن توازن جسم قرية النمل المشترك. وإذا ما حذفنا ٣٠٪ من العاملات تتأقلم المجموعة من جديد وتصلح النسبة.

*-ولكن النمل غير قادر على التصرف من تلقاء ذاته.*

-وغير قادر أيضا على التصميم والتخطيط. يتواصل النمل فرديا، بواسطة فيروهرمونات (pherohomones)[1]، وجماعيا من

1- الفيرو هورمونات هي إفرازات غددية شبيهة الهرمون تنضح من الجسم

خـــلال البيئـــة بحيـــث أن نملـــة صـــغيرة مولـــودة حـــديثا تـــتعلم وتحفظ الشبكات والدروب المخططة مسبقا من زميلاتها. ويفضي تصرف آلاف الأفراد المتزامن إلى نوع من الذكاء الجماعي. فإن قرية النمل، على سبيل المثال، تعرف كيف تختار أقصر الدروب المؤدية إلى موضع الغذاء. لقد نجح هذا النمط من المشاركة بشكل جيد لأن النمل يعيش منذ ملايين السنين. وإذا عرف كوكبنا يوما حربا نووية، فثمة احتمال كبير بأن يبقى النمل على قيد الحياة بفضل قوقعته التي تمكنه من أن يقاوم الإشعاع وبفضل نمط تنظيمه الرائع.

## نكبة الديناصورات

- *عالم النمل والبكتيريا... يا له من مستقبل جميل! نلاحظ خلال هذا العرض أن تطور الحياة، كما تطور الكون، لم يكن على أي حال فوضويا.*

- نعم. عرف التطور تسارعا مستمرا ولكنه عرف أيضا أزمات وطرقا مسدودة ومراحل إطفاء كبير. منذ ٢٠٠ مليون عام كانت الديناصورات مسيطرة على الكوكب. وليس من نوع نجح في أن ينتشر ويحتل كل الأوساط كما فعلت ذلك تلك الديناصورات، فكان هنالك الديناصورات صغيرات الحجم والديناصورات هائلات الحجم، وآكلات النبات وآكلات اللحوم،

وراكضات ومجنحات وبرمائيات... وهذا التنوع الرائع كان يجعلها مكيفة مع محيطها إلى أبعد الحدود.

*-ومع ذلك انقرضت... هل كانت الفرضية القائلة بأن ذلك حدث بسبب سوء تأقلمها خاطئة؟*

-قطعا. لأنه في نهاية عصر الجوراسي (jurassique)، منذ ٦٥ مليون عام يسقط نيزك ضخم قطره خمسة كيلومترات في منطقة خليج مكسيك قرب يوكاتان (Yucatan). وأحدث سقوطه صدمة ارتدت إلى الجهة الأخرى لكوكبنا مما أدى إلى انبثاق ينابيع نارية من صهارة الأرض وانفجارات بركانية. وقد سبب هذا الانفجار المزدوج حريقا عالميا شاملا، فأخذت الغابات تحترق وتحرر كميات كبيرة من غاز حمض الكربون والغبار غطى الأرض بغطاء هائل سميك. وساد على الكوكب ظلام دامس مما أنتج بردا رهيبا، وهذا تسبب فيما بعد بإحداث مفعول شبيه بمفعول البيوت البلاستيكية مما أدى إلى ارتفاع الحرارة من جديد.

*-ولم تنجُ إلا بعض الأنواع فقط؟*

-نعم. ومنها الليموريات (lemuriens)، حيوانات نشيطة ذات يدين أخاذتين قابضتين وقدرة كبيرة على التكيف. تلتجئ هذه الحيوانات إلى تجويف الصخور وتأتي بولادة سلالات ستقود مع الزمن إلى الثدييات. وتكتسب هذه الأخيرة ميزة حسنة جديدة من أجل

تأمين بقاء نسلها على قيد الحياة وتتمثل في حمل البيضة داخل الجسم حيث تكون محمية بشكل أفضل مما لو كانت خارجه. تذكروا البرمائيات التي تضع آلاف البيوض التي تتلف وتؤكل فتهدر.

## الاصطفاء داخل الرأس

- *في أية لحظة يظهر الدماغ الحقيقي حقا؟*

- منذ الأسماك ثم عبر الفقريات، الطيور، الزواحف، البرمائيات والإنسان لم يتوقف الدماغ من أن يحسن بناءه، ذلك بتكوين طبقات متتالية. في الأول، النموذج الأكثر بدائية، دماغ الزواحف الذي ينظم الغرائز البدائية كغرائز البقاء، الجوع والعطش، والغريزة الجنسية والخوف ثم اللذة التي تحث على الاقتران والألم الذي لا ينفصل عنها. يرد الدماغ البدائي في وجود دخيل ما بتحريض الجسم على أن يصنع سما أو أن يثب أو ينقض على المهاجم... تظهر الطبقة الثانية لدى الطيور، فتتكون لديها الدماغ الوسيط (mesencephale) الذي يسير الآليات الجمعية كرعاية الصغار، بناء العش، البحث عن الغذاء، المشاركة، التغريد، استعراضات الحب... ثم تظهر الطبقة الثالثة لدى الرئيسيات وبخاصة لدى الإنسان، حيث تتكون القشرة الدماغية التي تدخل المفاهيم المجردة والوعي والذكاء.

*- الشيء الأكثر دهشة هو مبدأ الانتقاء هذا الذي نجده في كل مكان، في الكون، في الكيمياء الأولى للجزيئات ولدى الكائنات الحية و- إذا ما صدقنا الأخصائي في بيولوجية الأعصاب جان بيير شانجيو (Jean – Pierre Changeux)- حتى داخل الدماغ ذاته ومنذ اللحظة التي يبدأ بتطوره لدى المولود الجديد.*

- يذعن تطور الجملة العصبية هو أيضا لمبدأ الاصطفاء الدارويني. وعندما يكبر الحيوان الصغير تتضافر الخلايا العصبية بعضها مع بعض وفقا لبرنامج معطى من الجينات. ولكن الالتحام فيما بين الخليتين العصبيتين لا يستمر إلا إذا توظفت هاتين الخليتين في دائرة ما وإذا كانت البيئة تحرضهما على ذلك. فإن الخلايا العصبية البصرية لدى حديث الولادة لن ترتبط إذا ترك ينمو في الظلام. إذاً هنالك نوع من الاصطفاء الذي لا يحتفظ إلا بالدائرات الملائمة بالنسبة للفرد. التعلم يعني الحذف.

*- حسب الأنثروبولوجي ستيفن كولد (Stephan J. Gold) فإن كل حدث وحتى أتفهه يؤثر على مجرى التاريخ. وكما في فيلم لفرنك كابرا ((Frank Capra، فإن الحياة جميلة، يكفي أن يتغير شيء لا معنى له ليتبدل كل الشيء من خلال شلال من النتائج. وإن لم تظهر البيكايا(pikaia)، تلك الدودة التي كانت في أصل سلالتنا، وإن بقيت الديناصورات على قيد الحياة، لم*

*نكن نحن هنا الآن. وبرأيه ليس للتطور أي هدف، لأنه لا يحتفظ بما هو أكثر تكيفا بل بما هو أكثر حظا. ربما كانت الحياة حدثا معقولا ،ولكن الإنسان هو المحظوظ الأول.*

- إن لم تبقِ الليموريات على قيد الحياة، وإن لم تكن قادرة على أن تقتات بالعنبية داخل جحورها في الزمن الذي اختفت فيه الديناصورات، لما كنا قد وجدنا نحن هنا الآن. ليس من نية مضمرة في هذه القصة، ولكن النتيجة هي أن التعقيد يزداد. وإذا ثمة كواكب تتطور في ظروف الأرض نفسها، فليس مستحيلا أن تقطنها كائنات حية وقد لا تختلف هذه الحيوانات عنا أكثر مما تختلف النعامة عن التمساح: أربعة أطراف، عينان، دماغ واحد وجهاز التنقل. وثمة احتمال كبير بأنها تمر في نفس مرحلة التطور تقريبا... لا نستطيع القول بأن هنالك قانونا يدفع إلى التعقيد إلا أننا نلاحظ أن ثمة شيئا ينتظم ويؤدي إلى ذكاء أكثر فأكثر تطورا وأكثر فأكثر تجردا. ولكن تاريخ التطور هذا قد يكون شيئا مصطنعا ينجم عن الشعور الذي أخذ يعي ذاته.

## ذاكرة البدايات

- *وحده الدماغ البشري يتساءل عن نفسه... وهذا ما يميزه عن غيره.*
- ليس هذا فقط. إنه خليق بأن يجسد وظائف في المحيط.

إن الأداة تطيل اليد. يستطيع الإنسان الآن أن يفعل كل ما تفعله

الحيوانات الأخرى: أن يركض كالغزال بسيارته، أن يطير كالنسر بواسطة طائرة شراعية(ديلتابلان)، أن يتحرك في الماء كالدلفين ويتقدم تحت الأرض كالخلد... قناع، نظارة، مظلة، أجنحة، دواليب... إنه يبسط أيضا وظائفه الحسية بواسطة الكتابة التي تسمح بحفظ الكلام ونقل الأفكار عبر الزمان والمكان. هذا هو ما يميز الدماغ البشري. ليس هو مجرد كتلة لينة من الخلايا العصبية ولا مقسما هاتفيا يجمع كافة دائرات الجسم ولا حتى جهازا كومبيوتريا. إنه يمتد إلى الخارج موصولا مع الأدمغة البشرية الأخرى بشبكة الكوكب الشاملة. إنها لشبكة سيالة تجدد نظامها باستمرار وتغير تشكيل خلاياها العصبية في العمل والتأمل.

- *نلاحظ في هذه القصة بكاملها أن التعقيد يتطور من خلال تنسيق أشياء بسيطة: كواركان اثنان لبداية الكون، أربع ذرات متناظرة لتكوين الكربون، أربعة أسس قلوية فقط للجينات، جزئيتين متشابهتين لنشوء العالمين النباتي والحيواني، فردين للجنس... وكأن الطبيعة في كل مرحلة كانت تكتشف أبسط الدروب لتتقدم.*

- نوعا ما.. لا تعني عملية التعقيد إحداث التعقد وإنما هي إعادة تركيب عناصر بسيطة تتجمع وتندمج واحد في الآخر وتتكاثر، فإن التعقيد هو " بساطة متشاركة" أو "تشارك في

البساطة" وهذا من أعظم قوانين الطبيعة. نستطيع اليوم اصطناع هذه الظاهرة على شاشة الكومبيوتر حيث نرى كيف تتكون، ابتداء من شكل معين بسيط، صور مركبة متقنة غاية في الإتقان أطلقنا عليها اسما جميلا "الصور الفسيفسائية"(الفراكتال - formes fractale)[1] إنها تحاكي أجنحة الفراشات وذيول خيول البحر[2] وجبال وغيوم. والحياة على هذا النحو، رتيبة، تكرارية. الذرة داخل الجزيء الذي هو داخل الخلية التي هي داخل جسم الكائن الحي الذي هو داخل المجتمع.

*-إذاً فإننا نحمل في أعماقنا آثار هذا الدمج.*

-بالضبط. إن دماغنا بطبقاته الثلاثة يحفظ ذاكرة التطور وجيناتنا أيضا. والتركيب الكيميائي لخلايا أجسامنا هو فلذة صغيرة من المحيط البدائي. لقد احتفظنا في داخلنا بالوسط الذي أتينا منه وتقص أجسامنا قصة بداياتنا.

---

1- Fractal-(فراكتال) مصطلح حديث اخترعه في ١٩٦٩ الرياضي الفرنسي بينوا ماندلبرو Benoît Mandelbrot وينطبق على كل شكل أو نظام يبقى مماثلا لذاته أيا كان المستوى الذي نلاحظه فيه، فالصور "الفراكتال" التي وجدنا مناسبا أن نسميها " الفسيفسائية" هي صور مركبة غاية في التعقيد ناتجة عن تسلسل تعاقبي للعناصر البسيطة التي تكونت منها وفقا لقواعد رياضية بسيطة ومحددة.

2- سمك بحري راسه يشبه رأس الحصان

# الفصل الثالث

# الإنسان

# المشهد الأول
# المهد الأفريقي

*تولد قرود صغيرة ماكرة في عالم مليء بالزهور. ولكي تقاوم الجفاف تنتصب أخلافها فتكتشف عالما جديدا*

## جدنا الأول ذو مظهر غير لائق بعض الشيء

*- إن كان صحيحا أن الإنسان انحدر من القرود، فإننا لنرجو ألا يذاع هذا!- صاحت سيدة إنكليزية محترمة في العام ١٨٦٠ عندما اكتشفت نظرية التطور لأحد ما اسمه تشارلز داروين. ويبدو اليوم أنه لم يستجب لها، فإن" هذا" قد ذاع خبره وشاع.*

إيف كوبان(Yves Copens): ليس تماما. كان دائما صعبا علينا أن نقبل بهذه القرابة. إن أصل الإنسان الحيواني يصطدم بالمبادئ الفلسفية أو الدينية إلى حد بعيد فإنه لا يزال يثير فينا الرغبة بإخفائه والاستغناء عنه. ذات يوم قالت لي جدتي من أمي-

وهي من أرومة بروتونية (bretonne) عريقة- بوقار كبير: " وقد تنحدر أنت من القرد وأما أنا فلا!". ولا يزال الكثير من الناس يغذون التباسات لا تصدق فيما يخص هذا الموضوع. وعندما نؤكد على أننا ننحدر من القرود يعتقد البعض أن المقصود بأحاديثنا هو الشمبانزي!

- *لا ينحدر الإنسان من القرود وإنما من القردة المعينة، أليس كذلك؟*

- بالضبط. إنه ينحدر من نوع كان سلفا مشتركا للسلالتين، من جهة، سلالة قردة أفريقيا العليا، ومن الجهة الأخرى، سلالة أشباه البشر، ثم البشر وبالتالي فإن الإنسان ليس قردا بالمعنى الواسع للكلمة، إلا من حيث " ترتيبه" في تصنيف الأنواع الحيوانية. وتكمن نوعيته بالضبط في أنه استطاع أن يتجاوز هذا الشرط البسيط. وقد نبهنا جويل دي روزني إلي ذلك عندما قال إننا لا نستطيع أن نتجاهل تاريخ نسلنا إذ أننا نحمله في أجسامنا.

- *يبدو أن العلماء أيضا واجهوا بعض الصعوبات في أن يعترفوا به.*

- ولم يعودوا بعد إلى روعهم حقا منذ اكتشافهم الأول. وكانت أوربا المسيحية العريقة في القرن الماضي، هي التي راودتها الفكرة بأن تعكف على أصل البشرية، وكانت هي أيضا التي، في بلجيكا وألمانيا، حققت الاكتشافات الأولى. يا للصدمة!

كانت تتوقع أن تكتشف جدا مقبولا لائق المظهر. أليس الإنسان مخلوقا على صورة الله ومثاله؟ وها هي تتعثر مباشرة بمستحاثات كائنٍ لم يكن هو بالضبط -كما اتضح فيما بعد -إلا حالة استثنائية.

*-مَن كان هو؟*

- النياندرتال. لقد اكتشفنا كائنا "بشعا" بجمجمة منخفضة إلى أقصى حد، بوجه منتفخ متورم، بحاجبين بارزين كمقدمة الخوذة... ومنذ ذلك الحين لم يكف بعض العلماء المشهورين عن أن يذيلوا ويهينوا هذا الصعلوك المسكين. فادّعى البعض أنه كائن ذو الشعر والمفاصل المشوهة. وحسب رأي البعض الآخر لم يكن بوسعه أن يصدر سوى صوت أشبه بالزئير (وغه!). غني عن البيان أنه كان يجب أن تمر سنوات طويلة لنقبله في أسرتنا كابن عم بعيد على الأقل.

## تقنية عقلة الأصبع

*-عندما تكتشفون بقايا لأحد أسلافنا، فأنتم تعثرون في الواقع على بعض قطع عظمية، كسرات من الفك وأحيانا بعض من أسنان الفك فقط. كيف نستطيع إعادة بناء هيكل كامل استنادا إلى بعض العناصر القليلة فقط؟*

- البقايا الأولى المكتشفة، وهي غالبا ما كانت أسنانا فعلا، تكفي بأن ننتقل من خلال شكلها ومدلولها الغذائي إلى الجسم بكامله. ونعلم بفضل قوانين التوافق في علم التشريح المقارن المكتشفة من كيوفييه (Cuvier) ما نوع الفك الذي ينتمي إليه هذه السن، وما نوع الجمجمة التي يقابلها هذا الفك وكذلك نوع العمود الفقري الذي تتخذ هذه الجمجمة مكانها عليه ونوع الهيكل الذي يلائم هذا العمود الفكري، ونوع الجهاز العضلي الذي يسنده. وهكذا - عن طريق الاستنتاج - ننتقل من السن إلى الحيوان.

- *وتذهبون إلى أن تستنتجوا على أساسها نموه أيضا، بل حتى سلوكه؟*

- نعم. عندما ندرس مثلا ميناء الأسنان تحت المجهر الإلكتروني نرى خطوطا دقيقة غير مرئية بالعين المجردة تكشف لنا كيفية تطورها وتشير إلى نمو صاحبها. وإذا ما وجدنا، على سبيل المثال، فخذا منحنيا في الوقت الذي لم يكن تركيب مفصل ركبته متينا، فهذه الملاحظات تدل على أن صاحبه كان يسكن الأشجار ويمشي على القدمين في آن معا. من الواضح، طبعا، أن إعادة البناء ستزداد دقة كلما ازداد عدد العناصر المتاحة لدينا.

*منذ ما بدأ التنقيب في مطلع القرن الماضي يتتبع العلماء بصبر كبير فحص كسرات العظام الصغيرة كما كان يتتبع عقلة الأصبع حصياته الصغيرة التي رماها وراءه في الغابة لتدله على طريق العودة إلى البيت. فهل اهتدى العلماء مثله إلى غايتهم؟ هل استطاعوا الكشف عن تقدم الإنسان البطئ والتدريجي بكامله؟*

-ويا للغرابة ! إننا نكتشف المستحاثات في الترتيب المعاكس لأقدميتها، فنحن ننتقل من الإنسان الحديث إلى أسلافه، وهذا ما يسمح لنا بأن نتعرف عليهم ونقبلهم بصعوبة أقل. ولكن قبل كل شيء كان يجب علينا أن نقبل الفكرة القائلة بأن الإنسان أقدم بكثير مما كنا نعتقد.

## ظهروا مع الزهور

*-ما هو الزمن المحدد لظهوره؟*

-كما هو الحال فيما يخص"أصل" الحياة، ليس بوسعنا أن نحدد تاريخ " أصل" الإنسان بشكل دقيق ولا حتى أن ندلي بتعريف صادق لما هو بشري. إننا نلحظ بالأحرى تطورا طويلا وتدرجا في سلم تطور الحيوان تتجلى من خلاله ميزات البشر المختلفة.

*-هل نستطيع -على الأقل -تحديد مراحله الكبرى؟*

-نعم. يجب أن نعود إلى نهاية العصر الطباشيري، منذ ٧٠ ألف عام، عند فجر العصر الجيولوجي الثالث حيث تختفي آخر

الديناصورات. وتخضع البيئة لتغيرات عميقة ونحن نعلم أن تاريخ التطور يرتبط بشكل متلازم مع تاريخ المناخ. في ذلك الزمان كانت أفريقيا جزيرة كبيرة ومثلها أمريكا الجنوبية وآسيا. وعلى القارة التي كانت تجمع أمريكا الشمالية، أوروبا وغرينلاند تظهر حيوانات صغيرة، وهي القردة البدائية التي تنحدر من آكلي الحشرات. وتبدأ هذه الحيوانات تتكاثر وسط بيئة نباتية جديدة كل الجدة، بيئة النباتات الأولى ذات الزهور.

- *تظهر إذا مع الزهور الأولى! يا لها من فكرة جميلة!*

- وكان زمان الفاكهة الأولى أيضا. والقرود التي كانت تعيش في هذا الوسط الجديد كانت هي بالفعل أول مَن أكلت من هذه الفاكهة، فهي تتخلص من عادات أسلافها التي كانت تتغذى على الحشرات. وسيفضي هذا، على مر الأجيال، إلى سلسلة من التغيرات التشريحية. تتزود أجسامها، على سبيل المثال، بالترقوة. إنه لتجديد رائع ومفيد جدا!

- *ما هي فوائده؟*

- إنها توسع قفص الصدر وتزيد سعة أطرافها العليا وتسمح لها، وقت القطاف، بأن تتمسك جيدا بجزع الشجرة لكي تتسلق عليها بمهارة أكبر. ولهذا السبب ذاته تتحول البراثن التي تعيق التسلق إلى أظافر. وستكتسب اليد لدى البدائيين أصبعا، وسيصبح هذا الأصبع فيما بعد مقابلا للأصابع الأخرى مما سيسمح لهذا الطرف في جملته بأن يمسك بثمرة أو حجرة أو قطعة من الخشب.

## جماعة المطهر

*-ما هي هذه الحيوانات الظريفة؟*

-تم اكتشاف آثار أقدم الممثلين للقردة العليا المعروف لدينا في موقع في جبال روكي في أمريكا الشمالية وكانت ظروفه صعبة جدا فلا يمكن تشبيهه إلا بالمطهر (purgatoire)، ذلك المكان بين الجنة والجحيم حيث العذاب وصرير الأسنان. ولكثرة ما عانى وتحمل الباحثون أطلقوا على هذا الكائن اسم " المطهِّر" (purgatorius) وهو حيوان لا يزيد حجمه عن حجم الجرذ، ويعيش على الأشجار، ويتغذى على الفاكهة ولكن هذا لم ينسِه طعم الحشرات.

*-أهو أحد أسلافنا؟*

-ليس من سلالة مباشرة بالتأكيد. تستعمر هذه القردة الصغيرة أوراسيا ثم الجزيرة المتشكلة من شبه الجزيرة العربية وأفريقيا المغطاة بغابات مدارية كثيفة. وهنا، ستظهر مع الزمن، في حوالي ٣٥ مليون عام، أول الأسلاف الحقيقية المشتركة للإنسان والقردة العليا التي هي نوع من القردة الضخمة. كانت هذه القردة الضخمة منعزلة في أفريقيا، الأمر الذي يرافع لصالح المنشأ الواحد للسلالة البشرية. ويبدو أنه في هذا الوقت تحدث بوادر الجفاف مما حرض على اصطفاء وتكيف هذه الأنواع الجديدة.

- *ما هي هذه الأنواع الجديدة؟*

- يعيش في حوض الفيوم (منطقة القاهرة حاليا) وعمان قرد صغير يمشي على أقدامه الأربعة يسمى " القرد المصري (l`egyptopitheque) نسبة لمصر(l`Egypte)، مكان اكتشافه الأول. وهو حيوان بحجم قطة، ذو ذيل طويل وخطم كبير ويتميز عن سابقيه بتطور بسيط في دماغه الأمامي: سعة جمجمته أربعون سنتيمتر مكعب (مقابل ١٤٠٠ سنتيمتر مكعب لدينا اليوم). هذا متواضع جدا ولكنه يسمح له بأن يحقق حرية معينة في ردود الفعل.

- *ماذا يعني ذلك؟*

- بفضل تطور جملته العصبية يصبح بإمكانه أن يمارس كفاءات جديدة. وبخاصة الرؤية التي تتطور وتتغلب على حاسة الشم؛ إنه يتمتع بالرؤية المجسمة وهذا يقابل تكيفا جيدا مع العيش بين الأشجار. وفي الوقت نفسه يصدر عن هذه الرئيسيات الصغيرة تصرفات اجتماعية وتتواصل مع بعضها بإيماءات.

- *كيف عرفت ذلك؟*

- من الواضح أننا لا نستطيع مشاهدة مطهر صغير انقرض نوعه منذ زمن طويل ولكن الليموريات (lemuriens) التي توجد اليوم في أفريقيا والتراسيس (tarsiens) التي في آسيا تعطينا معلومات قيمة قابلة للمقارنة في نقاط معينة. وتعيش هذه

الحيوانات حياة اجتماعية متطورة. وبالمقابل تأتي دراسة بقايا جماجم المطهر وبخاصة القحوف التي أمكن صبها في القوالب بنتائج تذهب في هذا الاتجاه. إن حجم بعض أقسام دماغها يسمح لنا بالاعتقاد أنها كانت اجتماعية جدا.

*-هل كانت تعيش على شكل أسر؟*

-لقد لفت نظري إلفين سيمون (Elwyn Simons) وهو الباحث الأميركي الذي اكتشفها، إلى أن جمجمتين وجدتا في نفس المكان يظهر تكوينهما ازدواجية جنسية؛ إنهما متباينتان فتكون إحداهما للذكر والأخرى للأنثى. وهذا ما يشير إلى أن هذه الحيوانات كانت تعيش في جماعات وتنمي بالتالي شكلا معينا من التواصل والنشاط الذهني. هذا بسيط أليس كذلك؟

*-يا له من حديث جريء! حدثني أكثر وقل لي ماذا حدث بعد؟*

-يعيش أحد أخلافها، البروقنصل (le Proconsul) في الغابات الواقعة إلى أقصى الجنوب ويملك سعة جمجمة أكثر تطورا (١٥٠ سنتمتر مكعب). هنالك، في الواقع، عدة أنواع من هذه الحيوانات وأضخمها لا يتجاوز حجمها حجم شمبانزي صغير. ستتعرف البروقنصولات إلى حادث جغرافي عظيم؛ منذ حوالي ١٧ مليون عام تنضم صفيحة أفريقيا -شبه الجزيرة العربية إلى أورآسيا. وستمر قردة أفريقيا، البروقنصل وأخلافه، عبر هذا الجسر لتنتشر في أوروبا وآسيا. وستتطور بعض منها لتعطي دفعة

جديدة من الأنواع وبخاصة الكينيابيثيك (kenyapitheque) في كينيا ولكن أيضا الدريوبيثيك (dryopitheque) أو قرد السنديان في أوروبا وقليلا بعده الرامابيثيك (ramapitheque) في آسيا. لقد ظننا لفترة ما أن هذا الأخير ينتمي إلى أسرتنا ولكننا- كما تبين- كنا على خطأ.

## سقط من الغصن

*- كنا لا نزال نراه على رسوم الكتب المدرسية التي كانت تقفز طيشا وراء سلالة أسلافنا الهندية وها هو الآن قد سقط من الشجرة مجردا كليا من شهرته.*

- نعم. وكان البيولوجيون الذين غيروا رأينا. إنهم استطاعوا، بفضل التقنيات المتطورة المستخدمة، ومن خلال تحاليلهم للأضداد المناعية التي أجروها على بعض الكسرات من أسنان الرامابيتيك، فإنهم استطاعوا إثبات قرابته غير البعيدة ليس بالإنسان وإنما بالأورانغ- أوتان. وتشير التحاليل المماثلة التي أجريت على أسنان الشبه – بشري (الأسترالوبيثيك - australopitheque) بالمقابل إلى أن هذا النوع كان قريبا جدا من الإنسان. إضافة إلى ذلك، فقد أثبت البيولوجيون أن الإنسان والشمبانزي قريبان جدا وراثيا: إن 99% من جيناتنا مشتركة بين النوعين.

- *وهذا 1% هو الذي يكوّن البشري؟*

- نعم. وتأييدا لكل ذلك، فقد تم العثور في باكستان على وجه من الزامابيتيك كان قريبا جدا في صفاته التشريحية من الأورانغ- أوتان. والسبب مفهوم: فإن الرامابيتيك ليس من أسلافنا وإنما من أسلاف الأورانغ- أوتان.

- *وبعد أن سقط الرامابيتيك من غصننا، هل يستمر البحث عن " الحلقة المفقودة " فيما بين الإنسان والقرد؟*

- هذا التعبير غير دقيق لأنه يفترض وجود نوع متوسط فيما بين الإنسان الحديث وقردة اليوم في حين أن ما نبحث عنه هو سلف مشترك للإنسان ولقردة الإفريقية الضخمة، التشعب الذي يفصل بين الغصنين اللذين يتجه أحدهما إلى الشمبانزي والغوريلا والآخر إلى أشباه الإنسان ثم إلى الإنسان. كل شيء يتعلق بزمن حدوث هذا التشعب.

- *وما الزمن الذي نتفق عليه اليوم؟*

- كان البيولوجيون يتحدثون عن ٥ مليون عام والباليونتولوجيون عن ١٥ مليون وقد اتفقنا على حل وسط - ٧ مليون عام. وهذا تقريبا ما يتفق عليه الجميع الآن. وبتنازلنا عن الرامابيتيك، استطعنا في الوقت نفسه أن نقدم تاريخ هذا الانشقاق الكبير وأن نبعد الأورانغ- أوتان عن غصننا. وبما أن الشمبانزي والإنسان قريبان جدا وراثيا فإن التفسير المنطقي يقول أن ثمة نوعا

كان سلفا مشتركا لهما. وفي النتيجة كان يجب أن نتنازل عن فكرة الأصل الآسيوي للإنسان، فقد أصبح واضحا أن تلك القردة الضخمة التي بقيت في أفريقيا كانت هي التي ولد منها أجداد الإنسان الأوائل.

## سهول أفريقيا الجافة (savane) البدائية

- *كيف تم التوجه إلى أفريقيا في الأخير؟*

- إن الفكرة التي كان بإمكانها أن تقودنا إلى مهد البشرية كانت قد اقترحت من قبل داروين (Darwin) وبعده من قبل تيلار دي شاردان (Teilhard de Chardin). وبعد أن عمل طوال حياته في أوروبا وآسيا، فقد صرح هذا الأخير عند عودته من مهمة في أفريقيا وقبل موته بقليل: " هنالك حيث كان يجب أن نبحث. إنه لمن الحماقة ألا نفكر بذلك من قبل!" وفيما بعد، عندما اكتشف لويس ليكي(Louis Leakey) في ١٩٥٩ في تنزانيا جمجمة كاملة تم إثبات هذا الحدس. ولما تم تحديد عمرها بقياس تفكك بعض النظراء الطبيعية غير المستقرة تبين أنها تعود إلى١،٧٥ مليون سنة. وقد أحدث ذلك صدمة كبيرة في الأوساط العلمية. في البداية أحد ما لم يكن يصدق ذلك.

- *دائما هذه الغطرسة التي تبتغي ألا يكون الإنسان اعتياديا إلى هذه الدرجة!*

-نعم. كنا نعرف حينذاك معظم أسلاف الإنسان، ولكننا لم نحدد عمرها بشكل صحيح ولا وضعها الحقيقي. لقد تم اكتشاف الأسترالوبيثيك في العام ١٩٢٩ ولكنه اعتبر لفترة طويلة من "أقرباء الشمبانزي". وكنا نفكر أن ظهور السلف الأول أكثر حداثة ويعود إلى ٨٠٠ ألف عام بالأكثر. إلا أنه مع إدخال التقنيات الحديثة لتعيين التاريخ بواسطة النظراء الإشعاعية النشطة (radio -isotopes) وحصاد المستحاثات الوفير الذي تلا أصبح ضروريا أن نعطيه عمرا أطول.

*-كل الأنظار تتجه إلى افريقيا إذاً؟*

-نعم. في كل عام تتشكل بعثة عالمية وترسل إلى كينيا وتنزانيا وأثيوبيا لتعمل في المواقع التي أصبحت مشهورة اليوم مثل بحيرة توركانا (le lac de Turkana)، أولدوفاي (Olduvai)، وادي الأومو(la valee de l'Omo)... كلفت نفسي مشقة القيام بجرد محاصيلنا وقد تبين أننا جمعنا ٢٥٠ ألف مستحاثة منها ٢٠٠٠ قطعة عظمية بشرية وما قبل بشرية يعود عمر معظمها إلى ٢ حتى ٣ مليون سنة. إنه لموسم وفير أجاز لنا أن نعيد تشكيل سلالتنا.

*-هل أصبح مؤكدا أن ولادة الإنسان تمت في أفريقيا؟*

-لا يستطيع العلم أن يكون مؤكدا دائما، ولكن اكتشافاتنا كلها تتجمع في هذا الاستنتاج. يكفي أن نتفحص

بشكل سريع المواقع التي تم فيها العثور على البقايا المعترف بها على أنها تعود إلى أسلاف الإنسان. لم تكتشف بقايا عظمية ترقى إلى ٧ مليون عام إلا في كينيا، والأمر ذاته فيما يخص المستحاثات التي ترجع إلى ٦ مليون عام، ثم إلى ٥ مليون عام، والتي عمرها ٤ مليون عام توجد في كينيا وتنزانيا وأثيوبيا، والتي تعود إلى ٣ مليون عام في كينيا، تنزانيا، أثيوبيا، جنوب أفريقيا وتشاد، والتي تعود إلى ٢ مليون عام في هذه المناطق إضافة إلى بعض الأحجار المصقولة في أوروبا وآسيا... أما التي يرقى عمرها إلى مليون عام فإنها تمتد على أفريقيا كاملة وعلى آسيا وأوروبا ثم تبلغ لاحقا أسترالية وأمريكا. صفوا كل هذه الخرائط بحسب ترتيبها الزمني واستعرضوها تدريجيا واحدة تلو أخرى، وسوف تكتشفوا عندئذ تاريخ التعمير البشري ولا بد عندها من الاستنتاج أن بني آدم انطلقوا من مقر إفريقي صغير لينتشروا ببطء شديد أولا في القارة السوداء ومنها إلى العالم أجمع، وفي العصر الحديث بدأ اقتحام الإنسان لكواكب جديدة في المجموعة الشمسية.

## الجد متعذر الإمساك به

*-أفريقيا إذاً ومنذ ٧ مليون عام، لقد أمسكنا الآن بوحدة المكان والزمان. هل أصبحت معروفة الآن شخصية البطل الذي يتطور في هذا المشهد البدائي، شخصية جد أجدادنا الأول؟*

- يصعب علينا إثباته بشكل دقيق. ومنذ عشرين عام وعند كل اكتشاف جديد للبقايا العائدة إلى هذه المرحلة كنا نفكر أننا عثرنا على هذا السلف البعيد. إن سيفابيثيك (sivapitheque)، كنيابيثيك (keyapitheque)، أورانوبيثيك (ouranopitheque)، جيكانتوبيثيك (gigantopitheque) وأوريوبيثيكات (oreopitheque) أو أوتافيبيثيكات (otavipitheque) أخرى، كل نوع من هذه الأنواع المكتشفة لعب بالتناوب هذا الدور. ولكن السلف المشترك للإنسان والقردة يكون حتما واحد من هذه الأنواع.

- *حسنا، ولكن مَن؟*

- لا ندري. وإن لم يكن الكنيابيثيك (le kenyapitheque) الذي اكتشفه لويس ليكي (Louis Lekey) ويرقى إلى ١٥ مليون عام، فأنه على الأقل أحد أولاد عمه إذ أن جمجمته تبدي علامات التكيف مع السهول الجافة الإفريقية (savane)؛ أنياب مضمرة، أضراس أكثر ضخامة، ميناء الأسنان أكثر سماكة وذات الاستهلاك التخالفي الذي يشير إلى أن الطفولة كانت أكثر طولا.

- *لحظة من فضلك! كيف يمكن أن يعطي ميناء الأسنان معلومات عن طفولة الشخص؟*

- يشير الاستهلاك المختلف لميناء الأسنان الدائمة إلى أن مدة نمو الأسنان كانت أطول. وإذا ما تأخر نمو الأسنان فقد جاء بلوغ

النضوج متأخرا أيضا. وهذا يشير إلى أن الطفل بقي برفقة أمه وقتا أطول. والبرهان على ذلك في أن الزمن الذي تحتاج إليه أسناننا لظهورها يعادل ثلاثة أضعاف الزمن الذي يستغرقه ظهور الأسنان لدى الشمبانزي. ولكن الفترة التي يبقى فيها الصغير تحت رعاية الأم هي أيضا فترة التربية والتعلم، فكلما كانت الطفولة أطول كلما كان النوع أكثر "ثقافة". وقد اكتشفنا نموا من هذا النمط لدى الكنيابيتيك.

- *ما الذي نعرفه عن هذا الحيوان الغريب؟*

- إنه قرد كبير يسير على الأربعة ويسكن الأشجار، مزود بأطراف عليا ذات مفاصل متينة وينتصب من وقت إلى آخر. لديه دماغ أكبر حجما منه لدى أسلافه(٣٠٠ سنتمتر مكعب) ووجه صغير نسبيا وبالطبع لا يوجد لديه ذيل منذ زمن طويل. يسكن تارة في السهول الجافة وتارة أخرى في الغابات ويأكل ليس فقط فاكهة وإنما أيضا درنات وجذورا، نظرا لثخانة ميناء أسنانه، ذلك علما بأن ميناء الأسنان يستهلك بأكل الجذور أكثر مما يستهلك بأكل فاكهة غضة. ويعيش في جماعات دون شك.

## فوائد الجفاف

- *ثم ماذا حدث؟*

- منذ ٧ مليون عام، كان هذا السلف يقطن الغابات الكثيفة التي كانت تكسو أراضي أفريقيا كاملة عندما وقع

فجأة حادث جيولوجي عظيم. فقد أخذ وادي الريفت ( la valee de Rift) يهبط بينما كانت بعض أطرافه ترتفع لتشكل حائطا حقيقيا. وكان هذا الانقصاف الجيولوجي هائلا وامتد على طول إفريقيا الشرقية حتى البحر الأحمر ثم إلى الأردن لينتهي في البحر الأبيض المتوسط. وبلغ طوله ستة آلاف كيلومتر تقريبا ووصل عمقه إلى أكثر من أربعة آلاف متر عند بحيرة تنجانيقا (Tanganyka). قال لي أحد رواد الفضاء ذات يوم أن هذا الفالق الكبير الذي يشق الأرض مرئي بوضوح من القمر. إنه لأمر مثير للغاية أليس كذلك؟

*-بالفعل. وما هي عواقبه؟*

-لقد أدى إلى اضطرابات مناخية كبيرة بحيث أن الأمطار استمرت تروي الغرب بينما كان سقوط الأمطار ينخفض تدريجيا في الشرق المحجوب وراء هذا السور المرتفع المعروف باسم الروونزوري (le Ruwenzori). ومما يؤكد عليه علماء النبات لما قبل التاريخ، فإن الغابات من هذه الجهة أخذت تتراجع والبيئة النباتية تتغير. بإمكاننا مشاهدة مثل هذه الظاهرة في المصغر على جزر ريونيون (l`ile de la Reunion) حيث تفصل سلسلة من الروابي الغرب من الشرق، وهنالك، من جهة، غالبا ما تنهمر أمطارا غزيرة بينما تكون المنطقة من الجهة الأخرى جافة ولهذا السبب تكون الزراعة مختلفة جدا في هاتين المنطقتين.

- *وقد وجد أسلافنا أنفسهم منفصلين إلى شعبتين.*

- نعم. أولئك الذين بقوا في الجهة الغربية من الشق استطاعوا المحافظة على نمط حياتهم المعتاد كساكني الأشجار، ولكن هؤلاء الذين وجدوا أنفسهم منعزلين في الجهة الشرقية كان عليهم أن يتصدوا لتحديات السهول الإفريقية الجافة (savane) التي تحولت فيما بعد إلى السهوب. وهذا الانشطار إلى بيئتين مختلفتين تسبب بإحداث نوعين من التطور على مر الأجيال. فالذين بقوا في الغرب أعطوا أنواع القردة الراهنة، الغوريلا والشمبانزي، والذين استمروا في الشرق تطوروا نحو أشباه البشر ثم البشر.

- *على أي أساس تبنى هذه الفرضية؟*

- إن العينات الألفين من البقايا البشرية وما قبل البشرية التي تم العثور عليها خلال السنوات الماضية توجد كلها في الجهة الشرقية لوادي الريفت (la valee de Rift) وليس من عظمة واحدة لكائن ما قبل الشمبانزي أو ما قبل الغوريلا من هذه الجهة! صحيح أننا لم نعثر بعد في الغرب على بقايا من أسلاف القردة التي تكون متماثلة لسلالات أشباه البشر الموجودة في الشرق، ما الذي كان قد دعم النظرية. ولكن هذه النظرية، رغم ذلك، تبقى معقولة جدا. وعليه، فإن هذه المنطقة الصغيرة في أفريقيا الشرقية على شكل حز برتقالة هي التي عززت نجاح تطور القردة العليا نحو الإنسان.

*-إنها مهدنا... وكما يبدو فإننا ولدنا من الجفاف إذا صح القول؟*

-بالتمام. إن كل ما يميزنا: وضعنا المنتصب، نمطنا الغذائي العشبي -اللاحم (omnivore)، تطور دماغنا، اختراع أدواتنا، كل ذلك ينتج عن التكيف مع بيئة أكثر جفافا. هذه هي آلية الاصطفاء الطبيعي التقليدي، يوجد بين هؤلاء الأسلاف فئة صغيرة موهوبة وراثيا بصفات حسنة تجعلها أجدر على البقاء على قيد الحياة في هذه البيئة الجديدة فتصبح تدريجيا هي السائدة في الجماعة إذ كونها تعيش زمنا أطول من غيرها، تنتج سلالات أكثر ميلا إلى أن تحمل هذه الصفات ذاتها وأكثرها عددا.

## القرد المنتصب

*-ما هذه الصفات الحسنة؟*

-لا نعلم ذلك. ربما نمو مختلف للحوض الذي يسمح لهم بأن ينتصبوا بسهولة أكثر وبالتالي أن يروا بشكل أوضح فرائسهم وأعداءهم ويهاجموا ويدافعوا عن أنفسهم وكذلك أن ينقلوا أطعمتهم أو يحملوا أولادهم... هل يكون الوضع المنتصب سببا لهذا التطور أم نتيجته؟ وفي كل الأحوال فإن مَن وجدت لديه هذه الميزة الوراثية الحسنة ساد على مر الأجيال. وكان عليه أن يكون نشيطا جدا لكي ينجو بحياته في مثل هذه البيئة.

- *ما الذي حرضهم على أن يتخذوا الوضع المنتصب بشكل نهائي؟*

- يكون لدى بعض الأفراد، نتيجة لطفرة وراثية، حوض أعرض وأقل ارتفاعا يعيقها في السير على أقدامها الأربعة ولكن هذا العائق يصبح ميزة حسنة في البيئة الجديدة فيفرض نفسه على مر الأجيال.

- *هذا مجرد فرضية، أليس كذلك؟*

- طبعا. ومَن يستطيع معرفته حقا؟ عندما نراقب تصرفات الشمبانزي نلاحظ أنها تنتصب في ثلاث حالات: لتتمكن من رؤية أكثر بعدا، لتدافع عن نفسها أو تهاجم (ذلك يسمح لها بأن ترمي بأحجار) وأخيرا لتحمل الطعام والصغار. ونستطيع التصور أن أسلافنا في هذا الزمن فقدوا فروتهم لتسهيل التعرق الذي بسبب الطقس الجاف كان يجب أن يكون غزيرا. الأمر الذي أدى بالأمهات إلى أن تحمل صغارهن بينما لدى القردة يتمسك الصغار بظهور أماتهم متشبثين جيدا في أشعارهن. يمكن أن نفكر أيضا بأنه في بيئة السهول قليلة الأشجار يتعرض الجسم في وضعه المنتصب للشمس بشكل أقل مما يقلل التعرق.

- *ومهما كانت البواعث، فهل أثبت أن هؤلاء الأسلاف اتخذوا نهائيا الوضع المنتصب؟*

-نعم. وتعطينا دراسة الانطباعات الداخلية للجماجم الأحفورية أيضا مؤشرات على هذا النحو. فقد تبين أن الانطباعات التي تتركها التلافيف الدماغية أقل وضوحا على السقف منها على الجوانب. وهذا منطقي إذ أن جزء الدماغ العلوي لا يمارس ضغطا على العظم عندما يكون الجسم منتصبا فلا يترك عليه انطباعات عميقة.

*-وسيأتي هذا الكائن الذي انتصب بولادة نوع جديد...*

-بل فيض من الأنواع التي ليست بعد بشرا وترقى أقدمها (وفقا لنتائج دراسات البقايا العظمية المكتشفة) إلى ٧ مليون عام. وهي الأسترالوبيثيكات (australopitheques) أو أشباه البشر.

# المشهد الثاني
# أجداد أجدادنا ينتظمون

*ليسوا بشرا بعد، ما زالوا قرودا حقا ولكنهم، منتصبون على أطرافهم الخلفية، يتأمل أجدادنا الأوائل في العالم من الأعلى. يتبادلون كلمات الحب ويأكلون الحلزون...*

## شبه - بشري يسير حجلا

*- منذ ٨ مليون عام في أفريقيا الشرقية ظهر أشباه البشر، وقطعوا علاقتهم بعالم القردة الضخمة. ما الذي ميزهم عن الأنواع التي قبلهم؟*

- لقد انتصبوا وظلوا منتصبين. وكان ذلك ثورة حقيقية. حوضهم، أطرافهم العلوية الأقل طولا، أضلاعهم وحتى جمجمتهم التي اتخذت وضعها على العمود الفقري بشكل مختلف... كل الصفات التشريحية لهيكلهم تدل على أنهم أصبحوا يسيرون على القدمين. وتأييدا لذلك، فقد اكتشفنا آثار أقدامهم متحجرة على بلاطة بركانية في تنزانيا. وكانت هذه الآثار لكائن يمشي على

القدمين وترقى إلى ٣،٥ مليون عام. ولاحظ الباحثون الانكليز الذين اكتشفوها أنها تبدو متقاطعة وكأن المشية كانت مترددة؛ مترنحة، متموجة.

- *وماذا استنتجوا من ذلك؟*

- استنتجوا أنه كان هنالك اثنين من أشباه البشر يعبران المكان حجلا. أو كما أضاف الفرنسيون أصحاب الدعابة قائلين أن تناول المشروبات الروحية ربما كان أقدم مما كنا نتصوره... أكانت هذه البلاطة زالجة في تلك المرحلة؟... ثم اكتشفنا، لحسن الحظ، في نفس المكان آثار أقدام لكائنين أحدهما ناضج والآخر طفل وكانت خطاهما هذه المرة سوية تماما.

- *لا مجال للظنون إذاً. لقد سلم الشرف. كم ثمة نوع من أشباه البشر؟*

- كنا نظن ولزمن طويل أنه لم يوجد إلا نوع واحد منهم. ولكن عالمهم في الواقع كان أكثر تعقيدا. لقد عرفت أفريقيا في فترة ما بين ٨ مليون ومليون عام فيضا حقيقيا من الأنواع ومن بينها بعض الجماعات التي ستتطور نحو الإنسان ولكن الأنواع لم تتوقف لهذا عن نشر سلالاتها الأكثر تقليدية. وبما أن هذه الأنواع تعيش سوية بعض الأحيان فإنه ليس نادرا أن يكون سلف أحدها في الوقت نفسه ابن عم لها.

- *هل بوسعكم أن تدبروا أموركم وسط هذا الفيض من الأنواع؟*

-نعم وبالتأكيد! كل شيء يبدأ بشكل طبيعي من أنواع قديمة نصطلح عليها بتسمية موتوبيثيك (motopihteque) أو أرديبيثيك (ardipitheque)... وترجع هذه الأنواع إلى ٤ مليون عام بالأكثر، ثم يتناول أشباه البشر تحديدا المشعل لفترة تمتد من ٤ مليون حتى مليون عام. يجب ألا ننسى أن هذا العالم يعيش في أفريقيا الشرقية وهي إقليم واسع منقسم إلى أحواض مما يفسح مجالا لتشعب الأنواع. ونعثر مثلا على نوع من أشباه البشر معروف باسم أنامنيزيز (anamnesis) في منطقة بحيرة توركانا (lac Turkana) قليلة الأشجار وبخاصة على أفارينزيز (afarensis) في حوض الأفار(bassin de l`Afar) الأكثر غنى بالغابات.

*-هل ما زلتم تكتشفون أنواعا جديدة؟*

-نعم، ومع ذلك تبقى محاصيلنا حتى الآن متواضعة إذ أن الأحواض المحتوية على رواسب تعود إلى حقبة ما بين ٤ و٨ مليون عام، وهي حقبة أساسية لفهم ظهور أشباه البشر، قليلة الوجود وصغيرة الحجم. ليس بين أيدينا إلا قليل من المستحاثات العائدة إلى هذه الحقبة. ومع أننا لم نعلم بالضبط كيف تنشأ هذه الأنواع بعضها من بعض، فإن هذه البقايا العظمية القليلة تسمح لنا بأن نميز الأنسال الأساسية.

*-كيف كان شكل أشباه البشر؟*

- أكثـر الأحـافير دراسـة، كمـا تعلـم، هـي بقايـا عظـام لوسي، الأنثى الشابة التي يعود عمرها إلى ٣ مليون عام،و كانت أكثـر الهياكـل كمـالا أو بـالأحرى، أقلـها نقـصا ممـا اسـتطعنا العثور عليه حتى الآن.

## ركبة لوسي

- *صـديقتك لوسـي، مـا دمـت أنـت مكتشفها. أصـحيح أنـها مدينة باسمها للبيتلز (Beatles)؟*

- هذا صحيح. عندما اكتشفناها سنة ١٩٧٤ في موقع الأفار في إثيوبيا كنا نصغي كثيرا إلى شريط يحتوي على أغنية بيتلـز" لوسـي في السماء المرصعة بالماس" (Lucy in the sky with diamonds) إلا أن الحبـشيين فـضلوا أن يـسموها (بيركينـيش Birkinech) أي شخـصية عظيمة.

- *ليست هـي عظيمـة بسبب شـهرتها وحسب بل لأنها علمتنا كثيرا، أليس كذلك؟*

- نعم. لقد تمت دراستها قطعة – قطعة. وخصصت أطروحات عديدة لساعدها، لمرفقها، لعظم كتفها، لركبتها.

- *كيف بدا مظهرها؟*

- لا يتجاوز طولها مترا واحدا، ظهرها منحن قليلا، أطرافها العلوية أطول بقليل منها لدينا بالمقارنة مع الأطراف الخلفية، رأسها

صغير، يداها الماهرتان تستطيعان الإمساك بالأشياء وبالأغصان أيضا. كانت تسير على القدمين ولكنها لا تزال تتسلق الأشجار.

- *أ كانت تمشي مثلنا؟*

- ليس كليا. من خلال المقارنة فيما بين أنماط المشي المختلفة – لدى الإنسان، لدى الأطفال وعند الشمبانزي - استنتجنا أن المشي تطور مع الزمن. ويبدو أن خطى لوسي كانت أقصر وأسرع من خطانا وقافزة نوعا ما وربما مائجة قليلا... لقد استطعنا حتى تمثيل الولادة عن طريق دراسة حجم الجنين المحتمل وفقا لمقاييس حوضها. ويبدو أن حركات أولاد لوسي عند ولادتهم، إن كان لديها أولاد، كانت شبيهة بحركات مولود بشري وليس بحركات صغير الشمبانزي.

- *ماذا تفيدنا أيضا عن لوسي؟*

- نظرا لتركيب بعض مفاصلها، كانت لوسي لا تزال تتسلق الأشجار رغما من أنها أصبحت تسير على القدمين. وعلى هذا الصعيد، يبرز المرفق والكتف تركيبا أكثر متانة منها لدينا مما يؤمن سلامتها عندما تقفز من غصن إلى آخر. وعظام الأصابع مكورة قليلا ولكن الركبة، بالعكس، تتمتع بسعة دوران كبيرة، وهذا أيضا من الكفاءات النمطية لدى الحيوانات المتسلقة الأشجار التي تحكم قفزاتها في الهواء. تعيش في الجماعة وهي نباتية كالقردة العليا جميعها. وتؤشر سماكة ميناء أسنانها إلى

أنها كانت تتناول الفاكهة ولكن أيضا الدرنات. وبحسب درجة استهلاكه يبدو أنها ماتت في حوالي العشرين من عمرها، لربما غرقا أو بين أشداق تمساح ما لأنها وجدت في مكان بحيري.

*-يا لتعاسة جدتنا المسكينة...*

-لا تحزن كثيرا. إنها على الأرجح ليست أم جدتنا بل غصنا متفرعا، ذلك لأن خصائصها الطبيعية لا تزال بدائية. وفي عهدها، على سبيل المثال، كان لدى أشباه البشر من نوع (الأنامنيزيز) في جنوب أفريقيا ركبة أكثر بشرية. من المحتمل أن الأنواع ما قبل البشرية كانت تتطور في آن معا. وليس في أن النوعين يملكان خصائص مماثلة دليلا على أنهما من النسل الواحد. قارن الأسماك بالثدييات البحرية؛ إنها متشابهة على الرغم من أنها حيوانات مختلفة كليا؛ إن أسلاف الثدييات البحرية كانت حيوانات ذات أربع أقدام انتهت إلى أن عادت إلى الماء.

## أحرار بأيديهم

*-لا نعرف إذاً مَن هم أسلافنا الحقيقيون من بين كل هذه الأنواع المختلفة من أشباه البشر؟*

-كلا. أنا، شخصيا، ميال إلى (الأنامنيزيز). عمره مناسب، ٤ مليون عام، يملك أطرافا علوية وسفلية بتكوين حديث تقريبا مما يدل على أنه كان يسير على القدمين كما نحن،

بعكس لوسي، التي لا تزال كانت تحافظ على بعض الميزات الخاصة بمتسلقي الأشجار. وتظهر بعده أنواع أخرى من أشباه البشر الذين سميناهم "الأقوياء" بسبب ضخامة أجسامهم.

*-لم يكن لديهم أكثر مما لغيرهم؟*

-بفضل أطرافهم السفلية الأكثر تركيزا كانوا يمشون بشكل أفضل من سابقيهم. ومع أن دماغهم ما زال متواضعا(٥٠٠ سنتيمتر مكعب) فأنه مروي بشكل أفضل. مجموعة أسنانهم التي تغيرت تسمح لهم بأن يمضغوا جيدا، لا بل أن يطحنوا، لأن الغذاء، بسبب تناقص الشجيرات وبالتالي ثمارها، تصبح ليفية وقاسية. إضافة إلى ذلك فإن مجموعة المستحاثات التي تم العثور عليها في وادي الأومو (la valee de l`Omo) في إثيوبيا تكشف، إلى جانب البقايا العظمية لأشباه البشر التي ترقى إلى ٣ مليون عام فأكثر، عن كمية كبيرة من الأحجار المصقولة بشكل جيد.

*-هل كان أشباه البشر يستخدمون أدوات منذ ذلك الحين؟*

-نعم. إننا لا نزال نواجه صعوبة كبيرة في أن نتقبل هذه الفكرة. ومع ذلك، كما يبدو، كانوا هم أول مَن بدأ باستخدامها. وتشير الآثار المكتشفة على هذه الأحجار الصغيرة إلى أنها استخدمت لتقشير الجذور أو الدرنات وليس لقطع اللحم أو قشط العظام. ثمة احتمال في أن الأدوات كانت قد استخدمت قبلهم من قبل أشباه البشر من أسرة لوسي، وهذا يعني أن الأدوات

الأولى صنعت من قبل كائنات لم تكتسب بعد حرية أيديها بشكل كامل.

## الدماغ مستأجر لطيف

*-كان أندريه لوروا -غورهان (Andre Leroi-Gourhan) يقترح سيناريو مغريا ويقول أن الشبه -بشري باكتشافه الأدوات أصبح بحاجة إلى أن يحرر يديه فإنه اعتمد الوضع المنتصب ولهذا السبب أصبح ممكنا أن تتطور جمجمته وكذلك دماغه.*

-هذا محتمل كليا. لم تحتج الأسماك إلى أن تسند رأسها لأنه منضم إلى جسمها، أما الحيوانات ذات أربعة الأقدام منذ أن تطورت رئتاها وأصبحت تزحف على الأرض توجب عليها أن تسند رأسها أكثر فأكثر استقلالا وذلك بالأحرى عندما أصبحت تسير منتصبة الجزع. إن الوضع المنتصب يحرر الرأس ويسمح في الوقت نفسه بأن تتوسع الجمجمة، فليس للدماغ بعد ذلك ألا أن يشغل المكان المهيأ كمستأجر مهذب لطيف.

*-وهل كان بإمكانه بعد ذلك أن يتفتح لاستعدادات جديدة؟*

-نعم. من الممكن أيضا أن ازدياد حجم الدماغ يؤدي بدوره إلى تقصير فترة الحمل، فإن الولادة، نظرا لضخامة دماغ الجنين، يجب أن تأتي مبكرة، مما يفسح مجالا لمواصلة التطور الدماغي بعد الولادة. ويبدو أن وضع الجنين الذي يتقدم برأسه وليس بمقعده

أيضا من نتائج الوضع المنتصب. ثمة نتيجة واضحة أخرى، فإن الشبه - بشري بما أنه ظل منتصبا أخذ يستخدم يديه بشكل متزايد واستطاع كذلك أن يحسن أدواته.

- *ولكن القرود تستخدم أيضا بعض الأدوات...*

- هذا صحيح. ليس استخدام الأدوات امتيازا بشريا ولا ما قبل بشريا. فإن القرود مثلا تعرف كيف تنزع أوراق الأغصان لكي تصطاد بها النمل الأبيض ( les termites) أو كيف تستخدم أحجارا لكسر الجوز. ولكن صنع أدوات باستخدام أدوات أخرى، فهذا يقابل درجة أعلى من التقدم لم تبلغها القرود.

- *هل كان أشباه البشر يتحدثون مع بعضهم؟*

- ربما كان عندهم شيء كثير ليقولوه، ولكنهم كانوا يفعلون ذلك بواسطة إيماءات وإشارات وإطلاق أصوات ذات نبرات مغايرة، لأنهم يفتقرون إلى إمكانية آلية تسمح بالنطق. كما الشمبانزي مثلا، فكنا نحاول منذ فترة طويلة أن نجعلها تنطق ببعض الكلمات حتى لحظة أدركنا فيها أن عمق سقف فمها ووضعية حنجرتها كانا من نوع يعيقها عن فعل ذلك. ولما خطر على بالنا أن نعلمها لغة الصم – البكم لاحظنا أنها تستطيع حفظ ليس بضع مئات الكلمات المجردة وحسب بل والربط فيما بينها أيضا. ومما لا شك فيه فإن استخدام اللغة سيتم تعميمه حقا مع الكائن الذي يظهر منذ حوالي ٣ مليون عام، ويكون أكثر انتصابا وأقل

ميلا منهم لتسلق الأشجار، الكائن الموهوب بدماغ أكثر تطورا وأفضل تروية دموية من دماغهم الذي هو الإنسان.

## كائن انتهازي

-*هل يتعايش أشباه البشر معه؟*

-خلال مليون عام إن لم يكن مليونين! لم يسكنوا المناطق نفسها ولكنهم كانوا يتقابلون من وقت إلى آخر.

-*ويدخلون في المنافسة بالتأكيد.*

-لماذا؟ إني لأعرف كم نحن نحب أن نضفي على ماضينا ألوانا درامية. يكفي أن نلقي نظرة إلى كثرة الأفلام التي ترينا أسلافنا المساكين مرهوبين وضائعين وسط مشاهد طبيعية خلفياتها مزخرفة ببراكين وحرائق، يهربون من حيوان متوحش فظيع أو من عمالقة من أشباه البشر مسلحين بالهراوي. أو بالعكس، نرى فيها البشر الأوائل الذين أصبحوا فجأة متحضرين جدا يتربصون فرصة مناسبة للقضاء على غول رهيب ذي شعر مشعث طويل.

-هلا *تناسب هذه الكليشات الواقع؟*

-لا اعتقد ذلك. صحيح أن البشر، بدماغهم المتطور كان بإمكانهم تدبير استراتيجيات والقيام بأفعال مدروسة ضد أشباه البشر بهدف استهلاكهم. وقد تنشأ معارك بين حين وآخر، ولكن

هذه المعارك ليست منظمة أبدا بل محدودة بلا شك والنوعان يتعايشان. يكفي أن نرى اليوم شعب الماساي (Masai) في مقعر كالديرى ن- غورونغو (creux de la Caldera N'Gorongo) وهم يتجولون وسط أسود ووحيدي القرن وجواميس وحيوانات أخرى صغيرة ليست أليفة لنفهم أن التعايش في سلام يقتضي يقظة وانتباه، أعني أن التوازن بينهم وبين محيطهم الخاص ليس بأمر مستحيل. طبعا، لا يمنع هذا من أن يُفترس أحدهم من حين إلى آخر... لنقل أن بشريا، أحيانا، يصطاد طفلا من أشباه البشر ليأكله. لم لا، إنه لا بأس به فهو أكثر طراوة من البالغ وألذ.

- *يا إلهي! هل أنت جاد؟*

- أبدا، فإن هؤلاء البشر الصغار أصبحوا يأكلون كل شيء. كل ما يتيسر لهم من الطرائد وكل ما يقع في قبضتهم. ومع ذلك، فإننا لا نستطيع تفسير انقراض أشباه البشر بإبادة جماعية.

- *بماذا إذاً؟*

- بآليات الاصطفاء الطبيعي التقليدية. منذ حوالي مليون عام في بيئة تصبح تدريجيا أكثر فأكثر جفافا وأكثر فأكثر برودة يغدو أشباه البشر أقل فأقل تأقلما وبذلك أكثر فأكثر ضعفا.

- *ويدخلون في التنافس مع البشر.*

- نعم، ولكن التنافس لا يتضمن بالضرورة العنف. وعلى سبيل المثال، ينقرض المحار المسطح (les huitres plates) تحت ضغط المحار المسمى (البرتغالي) ولكن ذلك دون معارك فيما بينهما! إن المحار البرتغالي، بكل بساطة، تكيف تكيفا رائعا مع وسط المحار المسطح فتكاثر.

*- ولكن الشبه- بشري قريب جدا من الإنسان من هذه الناحية.*

- نعم. ولكنه بعكس الإنسان لا يستطيع تجاوز" عشه" البيئي ويبقى مرتبطا بوسطه إلى حد بعيد، فتصبح أنواعه، والحالة هذه، أقل خصوبة مما يفضي إلى انقراضها خلال بضع مئات الآلاف من السنين. وبالمقابل، يفرض الإنسان ذاته، لأنه أضخم وأكثر انتصابا منه، ولأن نمط غذائه عشبي – لاحم، أي أصبح يأكل اللحم إلى جانب النباتات، ولأنه انتهازي للغاية ومسلح أكثر فأكثر بالأدوات.

## جماهير الهومو (homo)

*- منذ ٣ مليون عام إذاً يوجد في المشهد الطبيعي لأشباه البشر القدامى الذين يهرولون بخطى قصيرة قافزة، أشباه البشر ذوي البنية الضخمة الذين يسيرون على أطرافهم الخلفية والممثلون الأوائل للجنس البشري الذين أخذوا يصطادون. إنه لحشد غفير!*

- نعم، عالمان يلتحقان ببعضهما، عالم أشباه البشر الذي سار إلى انطفائه وعالم البشر الذي ولد حديثا. وعادة ما كنا نصنف هذا الأخير في ثلاثة نماذج: الإنسان الماهر(homo habilis) الإنسان المنتصب (homo erectus) والإنسان العاقل (homo sapiens). إلا أننا اكتشفنا حديثا نماذج أخرى كالإنسان الرودولفي (Homo rudolfensis) والإنسان الإرغاستر(homo ergaster)

- *لماذا كل هذه الأنواع؟*

- إنه، دون شك، نتيجة للتنوع الكبير لدى أشباه البشر الذين هم أسلافهم. من الصعب جدا أن نثبت الروابط التي تجمع بين كل هذه الجماعات كما أنه ليس مؤكدا أننا نستطيع اعتبارها أنواعا حقيقية. يتطور الآدميون بشكل منسجم إلى درجة نستطيع معها، برأيي، اعتبار الماهر والمنتصب والعاقل مراحل تطورية للنوع ذاته.

- *يجب إذاً أن نتكلم عنهم بصفتهم الإنسان وليس إلا.*

- نعم، الأمر يتعلق فعلا بجنس الإنسان.

- *ما الذي يميزه؟*

- قدماه. ويكون هذا القدم من المكتسبات الأخيرة للبشرية. يملك الإنسان نتيجة للسير في وضع منتصب قدما يحمل علامة فارقة خاصة بنوعه وتتمثل بتشكل إبهام موازي للأصابع. ويملك أيضا أطرافا علوية أقل صلابة منها لدى أسلافه وبالعكس،

أطرافا سفلية أكثر متانة إذ أنه لم يعد يتسلق الأشجار إلا نادرا. لديه أيضا فك أكثر تدويرا مع أسنان قاطعة وأنياب أكثر تطورا مقارنة بأضراسه الأقل ضخامة منها لدى أجداده أشباه البشر بسبب نمط غذائه العشبي- اللاحم. ولديه، طبعا، دماغ أكثر ضخامة مجهز بتلافيف معقدة.

- *هل كان مغطى بالشعر؟*
- كلا، دون شك.
- *أسود؟*
- ربما. أو على الأرجح أسمر كونه يعيش في بلد قليل الأشجار وشمسه ساطعة. وفي حوالي ٢،٥ مليون عام، كما تبين من خلال دراسة البيئتين الحيوانية والنباتية، يحدث جفاف قوي.
- كما عند *انفصال الريفت* (rift) *الذي أدى إلى ظهور أشباه البشر؟*
- نعم، وهذا ما يفضي إلى إحداث اضطرابات هائلة. تتغير البيئة النباتية ومعها البيئة الحيوانية. تختفي الأشجار لصالح نباتات وحيدات الساق (des gramines). وتنقرض أنواع حيوانية كثيرة. ويتهافت أشباه البشر الأقوياء الذين يملكون أدمغة صغيرة ولكن أجساما كبيرة وفكوكا قوية على النباتات الليفية اليابسة والدرنات والفاكهة ذات القشرة الصلبة. وأما البشر، فإنهم، بدماغهم الأكثر تطورا وأضراسهم الناعمة الطويلة يكتشفون

نمط غذاء الآكلين كل شيء، وهو نمط الغذاء يمكن أن نقول أنه مختلط كونه يتألف من نباتات ولحوم حيوانات مختلفة. غير أن أشباه البشر الأقوياء(ذوي البنية الجسدية الضخمة) والبشر بحد ذاتهما، دون شك، من نواتج الاصطفاء الذي أحدثته هذه الأزمات المناخية.

## الجفاف والحب

*-ماذا كان أصحابنا الأومنيفور(العشبي -اللاحم) يأكلون؟*

-ضفادع، فاكهة، حبوب، درنات وحتى فيلة! وتشير عظام وجباتهم التي تركوها لنا إلى أن غذاءهم كان متنوعا جدا. وبفضل أسنانهم القوية، كانوا يستطيعون أن يكسروا حبوبا قاسية وقشور الفاكهة الصلبة. وما تظهره بعض الجماجم الحيوانية من آثار أحجار مرمية يشير إلى أنهم كانوا فعلا صيادين ماهرين، وكانوا يصطادون غزلانا وحرباوات وكذلك أفراس النهر وحلزونات. فالذين يسخرون من عادات الفرنسيين الغذائية، يجب أن يعرفوا أن أجدادهم كانوا يأكلون ضفادع وحلزونات قبلهم بكثير! صدقا، إن الإنسان كائن يأكل كل شيء، إنه انتهازي كبير، كما قلت لكم.

-إنها *لذهنية جميلة...*

- ومع ذلك كان يجلب صيده إلى أماكن معينة خاصة مما يدل على أنه كان يحمله لمشابهيه. وهذا حدث كبير. إن القردة الضخمة تأكل فريستها لوحدها أو تسرقها من بعضها، إلا أن هذا الكائن يقاسم لأول مرة طعامه، وهذا يعني أنه يشارك في شكل من التنظيم الاجتماعي. ومنذ ٢ مليون عام يحاول أيضا بناء مساكن بدائية، عبارة عن سقوف مستديرة أو هلالية تم اكتشاف بعض الآثار منها.

- *هل كانوا يتواصلون مع بعضهم؟*

- لقد تجلى التكيف مع الجفاف لديه بتعديل المجاري التنفسية وبخاصة بهبوط الحنجرة. الإنسان هو الوحيد بين الفقريات الذي يملك حنجرة في موضع منخفض. وهذا يسمح، مع تكوين الحبال الصوتية، بتشكيل نوع من صندوق الصوت بينها وبين الفم، وذلك مرفقا بتعميق عظم الفك وانتقاص طوله وراء الأضراس يعطي سهولة أكبر لحركة اللسان. وإن لم ينطق بعد بوضوح مثلنا، فإن لغته تصبح عندئذ أكثر تنظيما. إضافة إلى ذلك، تشير بعض دراسات الجماجم إلى وجود، لدى البشر الأوائل، منطقة في الدماغ الأمامي متماثلة بأهم ساحات اللغة المسماة ساحة بروكا(Broca). هذا فإن تطور القاموس، القواعد والنحو، دون شك، أعقب ذلك بشكل سريع نسبيا.

- *وكل هذا بسبب المناخ؟*

-التطور في الحقيقة وقائعي والواقعة غالبا ما تكون بيئية. على كل حال يصعب التخيل أن الحنجرة كانت قد هبطت ليس لسبب إلا لتجعل الإنسان يتكلم!

*-حقيقة، وبحسب رأيك، ليس جسم الإنسان فقط بل لغته، وثقافته تنتج هي أيضا عن الجفاف!*

-إنه لتفسير جيد على كل حال.

*-والحب؟*

-قد تظن أنني أبالغ، ولكن الحب أيضا من ثمار الجفاف. فإن الجفاف، بشكل منطقي جدا، قرّب بين الناس. وبما حرض على تقصير فترة الحمل في وسط السهول المكشوفة الجافة، فإنه أجبر الأم والطفل على أن يبقيا مع بعضهما زمنا أطول، وهذا، بمساندة ظهور الوعي، أفضى إلى ظهور العاطفة. وربما في تلك المرحلة اقترب الرجل، الأب، هو أيضا من هذه الوحدة الثنائية - الأم والطفل، على الأقل لمدة موسم النشاط الجنسي. وربما تولدت المشاعر بين الرجل والمرأة في هذا الوقت نفسه. لقد قال لي إدغار موران(Edgar Morin) (في هذا الموضوع، أن فرويد (Freud) كان يريد أن يجعل الأب يختفي بينما أنتم، الأخصائيون بعصور ما قبل التاريخ تجعلونه يظهر من جديد لتفسروا تفتح الإنسانية. وهذا صحيح إلى حد ما.

# المشهد الثالث
# الغزو البشري

***ينطفئ العالم القديم ويتلاشى ويولد عالم جديد يهيمن عليه كائن انتهازي يسير على قدميه ويحتل الأرض قاطبة. يخترع الفن والحب والحرب ويتساءل عن بداياته***

## روح الرابية

*-أصبح الممثلون الأوائل للجنس البشري الآن ثرثارين عاشقين. وسرعان ما سيباشرون بغزو الكوكب. أهذا لأنهم كانوا بطبيعتهم فضوليين؟*

-ولماذا ينتظرون مئات الآلاف من السنين في مهدهم دون حراك؟ عندما نعتلي رابية لنرى ماذا وراءها ونكتشف أن ثمة في الأفق رابية أخرى، فإننا نرغب، بالبداهة، بأن نتسلقها... وبالإضافة، فإن صاحبنا الإنسان هذا كان موهوبا بشيء من الذكاء وكان عليه أن يصطاد ليقتات مما دفع به إلى أن يسافر.

وكان هنالك ما يجعله يفرض نفسه، فكان يجب أن يكون فعالا جدا عندما يرمي حجارته.

- *هل كان يعيش أصحابنا البشر الأوائل مع بعضهم؟*

- نعم، كانوا يعيشون في جماعات صغيرة لا يتجاوز عددها عشرين أو ثلاثين فردا. وقد شاهدنا تحركات مماثلة لدى صيادين (إينويت- Inuits) في غرينلاند. فعندما يزداد عدد الأفراد إلى حد تصبح معه الجماعة كبيرة جدا، تنقسم عن طريق هجرات جماعية لأسباب البقاء على قيد الحياة، فتنفصل عنها فئة صغيرة وتذهب بحثا عن الغذاء في موضع آخر حيث تنصب لها مقرا يبعد بضع عشرات الكيلومترات من المقر الأصلي. وفي زمان البشر الأوائل أخذت الديموغرافيا تزدهر بشكل سريع.

- *كيف نستطيع معرفة ذلك؟*

- ثمة في بيئة معينة علاقة فيما بين عدد الحيوانات العاشبة والحيوانات اللاحمة وتلك التي تأكل كل شيء. وبتحديد نسبة المستحاثات البشرية في طبقة من نفس الزمن، عندما تكون الأرقام مهمة كفاية لكي يصبح الإحصاء كاشفا، نستطيع تقدير كثافة سكانها. وهذا يعطي فردا واحدا على عشرة كيلومترات مربعة تقريبا، ما الذي يقابل، على سبيل المثال، كثافة التعمير لدى السكان الأصليين في بعض مناطق أستراليا.

- *ويبدأ البشر الأوائل عن طريق هجرات صغيرة باحتلال كوكب الأرض.*

-نعم. إن انتقالا إلى خمسين كيلومترا لجيل واحد مثلاً، وهذا ليس انتقالا كبيرا، يكفي لأن يقودهم من مسقط رأسهم في أفريقيا الشرقية إلى أوروبا خلال ١٥ ألف عام فقط، أي مباشرة تقريبا بالمقارنة مع تاريخنا. فإن ١٥ ألف عام لا يبلغ حتى حد الخطأ في تعييننا للتواريخ. وهكذا، انطلاقا من مهدهم الإفريقي، سيزحفون حتى أقصى الشرق وأقصى الغرب حيث نكتشف حجارة مصقولة ومستحاثات تعود إلى ٢ مليون عام.

## الصوان المتعب

*-المقصود دائما هؤلاء البشر أنفسهم؟*

-المقصود أولا أحد البشر البدائيين، وهو الإنسان الماهر (homo habilis) أو الإنسان الرودولفي (homo rudolfensis) ثم أحد البشر اللاحقين، وهو الإنسان المنتصب (homo erectus) أو هومو إيرغاستر (homo ergaster). إلا أنه، نظرا لما يوجد لدينا من المستحاثات الوسيطة بين النوعين، يبدو أن مستعمر الأرض، بعد انفجار الأنواع الإفريقية الشرقية، ليس إلا نوعا واحداً من البشر الذي نعطي أسماء مختلفة لمراحله التطورية المتتالية: الماهر، المنتصب، العاقل.

*-ما هي ميزات الإنسان المنتصب؟*

- لديه دماغ أكبر حجما (٩٠٠ سنتمتر مكعب) منه لدى أسلافه، وهو أكثر تهذيبا في سلوكه، في طريقة تشييد مساكنه وتنظيمها وفي أساليب صنع أدواته. فإنه ينتقل من التشذيب البسيط – حجر مقابل حجر- إلى أسلوب القادح اللطيف الذي يتطلب منه أن يضرب حجرته بقطعة خشب أو بطرف قرن مما يسمح له بأن يسيطر على التشظية بشكل أفضل وأن يصنع كذلك أدوات أكثر دقة.

- *مليون عام وهو يضرب على الصوان! كل هذا الزمن ليكتشف الحد الجيد!*

- أجل. الإرتقاء البشري بطئ. بحسب لوروا غورهن (Leroi-Gourhan) نستطيع قراءة عصور ما قبل التاريخ عن طريق دراسة هذا الحد الذي تتكلم عنه. لقد لاحظ غورهن، من خلال مقارنة كميات متساوية من الصوان المصقول من كل مرحلة من المراحل التاريخية أن طول الجزء القاطع للأدوات يزداد مع الزمن ببطء شديد ووجد كما يلي: ١٠ سنتمترات من حدود الأدوات القاطعة لكل كيلوغرام من أول الحصاة الملساء المصقولة (٣ مليون عام)، ٤٠ سنتمتر لأول الأدوات ذات الحدين القاطعتين، مترين بالنسبة لأدوات النياندرتال (٥٠ ألف عام)، ٢٠ متر لأدوات الكرومانيون (٢٠ ألف عام). وكلما تقدمنا في الزمن تتحسن تقنية الصقل.

- *بأية طريقة؟*

- ثمة، على سبيل المثال، نمط من الصقل نصطلح عليه بتسمية تقنية لوفالوا (technique Levalois) وتتطلب حوالي عشرة ضربات دقيقة قبل الحصول على الشظية المرغوبة مما يفترض استخدام إستراتيجية معينة وقدرة جيدة على التجريد. ويشبّه أحد الباحثين في عصور ما قبل التاريخ هذه التقنية بتقنية صنع دجاجة من الورق؛ نطوي الورقة مرة ثم مرتين ثم ١٤ مرة وعندئذ نستطيع تحريك ذيل الدجاجة. ولكن ذلك يستدعي براعة حقيقية.

## الاضطراب في المسكن

*- ومع ذلك، فلا بد أن نلاحظ أن الكفاءات كانت تتعاقب ببطء شديد، رغما من تطور الدماغ.*

- نعم. كان الإنسان المنتصب المسكين يجر معه أدواته ذات الحدين القاطعتين خلال مئات الآلاف من السنين. وبالمقارنة مع هذا سيتم اختراع الأدوات عن طريق تشظية الصوان والأدوات ذات الأنصال المصفحة والمعادن والصناعة النووية في لمعة البرق. ونلاحظ من خلال دراسة طبقات القشرة الأرضية في أفريقيا الشرقية أن ثمة تحولا يحدث منذ حوالي ١٠٠ ألف عام. ومنذ ذلك الحين يبدو أن التغيرات الثقافية تتقدم على التعديلات التشريحية. إن التطور يوجد حلولا جديدة لتحريض البيئة.

*- هل يترافق هذا التحول بتغيرات في تنظيم حياة البشر الاجتماعية؟*

-عندما ننظر إلى الآثار في مكان كان يسكنه الإنسان الماهر نكتشف فيه اضطرابا كبيرا حيث تكون آثار الطعام مختلطة مع آثار الصقل وتقطيع اللحم بشكل عشوائي، فيظهر لنا أنه كان يفعل كل أشيائه في هذا المكان. وعندما نتقدم في الزمن نكتشف عند الإنسان المنتصب نوعا من تخصص ساحات ضمن المخيم، بحيث نستطيع أن نميز فيه مكانا للنوم وآخر للأكل وكذلك مكانا للعمل بالصوان. وهذا يدل على وجود شكل من تنظيم المهمات. وتتعزل هذه الساحات مع الزمن كليا حتى تبلغ أحيانا المسافة فيما بينها بضعة مئات الأمتار. ونعثر في المقر على آثار موقد.

*-أكان الإنسان المنتصب هو الذي اكتشف النار؟*

-نعم. منذ حوالي ٥٠٠ ألف عام. كان ممكنا أن يتم اكتشاف النار قبل ذلك إلا أن المجتمع لم يكن مستعدا لاستخدامها. ليس بمصادفة أن استخدام النار يدخل متزامنا مع القادح اللطيف وتقنية لوفالوا. ربما كان هنالك بعض العباقرة الذين ابتكروا تقنيات أكثر دهاء لصقل الصوان، إلا أن المجتمعات تزدري مخترعيها عندما لا تكون مهيأة لفهمهم، فيجب الانتظار حتى يبلغ مجموع الناس قدرا كافيا من النضج والإدراك ليصبح ممكنا تطبيق الفكرة عمليا وتعميمها.

## الإنسان ذو "مقدمة الخوذة"

- *وفي هذا الوقت يختفي الإنسان المنتصب ليخلي الساحة للإنسان العاقل، الإنسان الحديث.*

- نعم. وينشأ أحدهما عن الثاني بهدوء نتيجة لعملية تطورية طويلة. وهذا التحول التدريجي يحدث بشكل متجانس في كل مكان، في آسيا وفي أفريقيا، باستثناء واحد - صاحبنا النياندرتال المشهور في أوروبا.

- *الذي أفزع أول الباحثين؟ من أين أتى هذا؟*

- ينحدر من فرع من الإنسان الماهر سكن أوروبا مبكرا جدا، منذ حوالي ٢،٥ مليون عام. ولكن بسبب تعاقب العهود الجليدية تصبح القارة كجزيرة محصورة بين جبال الألب والمناطق الشمالية المغطاة بالجليد. وهنالك يجد أوائل الإنسان الماهر أنفسهم معزولين بالمعنى الدقيق للكلمة، ولهذا السبب لم يتطوروا بالشكل الذي تطور به أشباههم في القارات الأخرى.

- *لماذا؟*

- نعلم أن الحيوانات والنباتات على جزيرة ما تختلف مع الزمن عن تلك التي على القارة المجاورة، لكونها تخضع إلى انحراف وراثي. وكلما كانت الجزيرة أقدم، كلما تنوعت وتميزت حيواناتها ونباتاتها عن مثيلاتها التي على القارة. وإن كان بالإمكان أن نحبس جماعة من الرجال والنساء على كوكب

آخر، فإن أشكالهم ستتغير تدريجيا بالطريقة نفسها. حسن! فإن النياندرتال يظهر عن انحراف جيني مشابه. حيث يكون عظما الحاجبين لديه بارزان كمقدمة الخوذة، وليس له جبين ولا ذقن إنما فقط هذا الوجه المتورم المنتفخ.

*-لم تضمن له هذه الصفات نجاحا كبيرا...*

-ومع ذلك عاش في أوروبا منذ ٢،٥ مليون عام حتى ٣٥ ألف عام تقريبا وأستطاع لفترة لا بأس بها مجاورة الإنسان العاقل الذي حمل اسم الكرومانيون لأن اكتشاف أول آثاره تم قرب كرومانيون (Cro-Magnon) في فرنسا. ولكن هذا الإنسان تطور في أسيا وأفريقيا قبل أن يصل أوروبا متأخرا في حوالي ٤٠ ألف عام.

## المشاركة الأولى في السكنى

*-كيف كانوا يتجاورون. لا نجرؤ أن نتخيل أن الشعبين كانا يتقاتلان؟*

-كنا لفترة طويلة نقابل هذين النموذجين من البشر باعتبار الأول بربريا والثاني متحضرا، ولكن هذين النوعين، في الحقيقة، قريبان من بعضهما كثيرا. يسكنان المقرات نفسها بالتتالي الواحد تلو الآخر. ويستخدمان أدوات مماثلة ونمط حياتهما متشابه. وكان النياندرتال حاذقا مبدعا ويستخدم اللغة بشكل مقبول ويدفن موتاه ويجمع أشياء لأجل المتعة. لقد عثرنا على مجموعات

من المتحجرات والمعدن الخام في مساكن النياندرتال التي ترقى إلى ٨٠ ألف عام. إنه اجتاز بجدارة الوثبة التكنولوجية للعصر الحجري الأعلى. وتأييدا لذلك، فقد تبين أن مصانع الصفائح في شارونت -ماريتيم (Charente-Maritime) واليون (l`Yonne) في فرنسا التي كنا ننسبها للكرومانيون كانت في الحقيقة له.

*-هل اختلط الشعبان ببعضهما؟*

-لا نعلم ذلك. لم نكتشف آثارا تحمل ميزات النوعين في آن معا. ولهذا السبب حتى الآن يفكر بعض الباحثين أنهما نوعان مختلفان...

*-لكن النياندرتال يندثر في نهاية المطاف، لماذا؟ لا نملك إلا أن نسأل فيما إذا كان قد أباده الكرومانيون.*

-نعرف كهفا في جنوب -غرب فرنسا نكتشف فيه مستوى النياندرتال وفوقه مستوى الكرومانيون ثم من جديد النياندرتال وبعده الكرومانيون، وكأن المكان احتل بالتعاقب احتلالا موسميا أو عدوانيا. هل شنت هنالك معارك؟ أعتقد أن النياندرتال على الأرجح اندثر شيئا فشيئا وبهدوء، ذلك لأن الكرومانيون مجهز ثقافيا وبيولوجيا بشكل أفضل منه. وإذا كان ثمة منافسة فمن الممكن أن لا تكون عنيفة؟ ولكنها في كل الأحوال، انتهت إلى أن الواحد تغلب على الآخر.

## الفن والأسلوب

*-الكرومانيون أهو أنت؟ أم هو أنا؟*

-نعم. هو الإنسان الحديث. لديه هيكل عظمي نحيل ودماغ متطور يمكنه من أن ينمي فكره الرمزي. وهو الذي سيكمل غزو الكوكب. إنه يندفع إلى كل الاتجاهات، يجتاح أمريكا مرورا عبر مضيق بهرينغ (le Detroit de Bering)، الذي كان بارزا آنذاك، ١٠٠ ألف عام قبل كريستوفر كولومبس. ويصل إلى أستراليا، على أطواف، منذ ٦٠ ألف عام على الأقل.

*-ويستقر في أوروبا بشكل دائم.*

-وستفعل هذه الفئة المميزة من الكرومانيون في أوروبا ما لم تفعله في آسيا وأفريقيا. لقد أطلقووا العنان لخيالهم ومنذ ٤٠ ألف عام أخذوا يجسدون تصوراتهم في رسوم على الأدوات والجدران.

*-أقدم الكهوف المزخرفة المعروفة اليوم تعود إلى ٤٠ ألف عام. هل نستطيع اعتبارها بداية الفن؟*

-كلا، لقد تمت ولادة الفنون تدريجيا. ثمة في الواقع استمرار حقيقي للثقافة من النياندرتال إلى الكرومانيون، في حين أن هنالك انقطاعا تشريحيا واضحا. يظهر النياندرتال فضولا كبيرا. يجمع قطعا معدنية، يثقب قواقع وأسنان ليصنع منها قلادات، يخترع آلات موسيقية، صفارات ومزامير صغيرة من العظام. إن استخدام المغرة، على سبيل المثال، يرقى إلى ماضي أكثر قدما، إلى بضعة مئات الآلاف من السنين.

*- أن يدفن المرء ذويه، أن يرسم ويقوم بأعمال مجانية، أن يمارس طقوسا، هذا يعني أنه اكتشف معرفة الزمن، أنه شارك في عالم ما؟*

- أجل. إن الوعي ونتيجته- الفكر المجازي يتم اكتسابهما تدرجيا على مر الأجيال. ولكن الجديد منذ ١٠٠ ألف عام وصاعدا يتمثل في قدرة الإنسان على أن يتخيل وجود عالم آخر لدرجة تحمله معها إلى أن يجهز نفسه لذلك السفر الطويل. وعلى هذا الصعيد، ظهرت الطقوس الدينية ومنذ ٤٠ ألف عام ظهر الفن الذي يرافقها. يبدو أن بعض الأشخاص فقط كانوا يشرفون بحق على الجنازة الطقوسية مما يدل على وجود انتقاء اجتماعي.

## الثقافة تتناول المشعل

*- ويأتي بعد ذلك البرونز، الحديد، الكتابة، التاريخ كما ندركه اليوم والحرب... أليس هو الإنسان الحديث الذي اكتشف الحرب؟*

- نعم، ولكن الحرب حديثة جدا. إن أول ركام للجثث التي نخرجها من الأرض ترقى إلى عصر المعادن، منذ حوالي أربعة آلاف سنة. وكأن اكتشاف الزراعة وتدجين الحيوانات، وبعدها اكتشاف النحاس، القصدير والحديد أفضى إلى إيقاظ الرغبة في الملكية، ومن ثم ضرورة الدفاع عن الميراث. صحيح أن صناعة

المعادن ارتبطت بحيازة المناجم. وقد أعطى هذا ثروة غير متوقعة لبعض الشعوب التي كانت تستخدمها.

*-وبازدهار الثقافة يسيطر الإنسان على طبيعته. هل تطور جسمه منذ مرحلة الكرومانيون حتى الآن؟*

-لم يجر عليه إلا تغيرات بسيطة جدا. يصبح هيكله العظمي أكثر رشاقة وكذلك عضلاته، وتصغر أسنانه ويتناقص عددها. أما فيما يخص فترة الحمل، فإنها تصبح أقصر مما يجعل علاقة الأم بطفلها تقوى وفترة التعلم تطول. ويزداد عدد السكان بشكل سريع: ١٥٠٠٠٠ نسمة منذ ٣ مليون عام في بقعة صغيرة في أفريقيا، بضعة ملايين على الكوكب منذ ٢ مليون عام، ما بين ١٠ و٢٠ مليون منذ ١٠٠٠٠ عام... ثم مليار نسمة منذ ٢٠٠ عام وقد بلغ عدد سكان الأرض اليوم ٦ مليار.

*-ثم يتنوع الجنس البشري. هل لمفهوم "العرق" أي معنى من وجهة نظرك؟*

-لا. في لغة علم النبات أو علم الحيوانات " العرق" يعني " تحت النوع". وهذا مسرف في حالة الإنسان: نحن جميعنا إنسان عاقل. طبعا، هنالك جماعات سكانية كثيرة حيث يتشابه الناس ضمنها أكثر مما يتشابهون مع الناس في الجماعات الأخرى ولكن ليس ثمة أعراقا بشرية إذ أن الامتزاج في الوضع الذي هو لدى البشر يجعل هذا التمييز يفقد معانيه على مستوى الأنسجة، الخلايا والجزيئات.

## حواء والتفاحة

- *هل يبقى ثمة شيء غامض خفي في هذه القصة عن أصل الإنسان، القصة التي نقلب الآن صفحاتها الأخيرة؟*

- إن أعظم الأسرار يكمن في الطريقة التي يعمل فيها التطور. في بيئة تتغير باستمرار، تكون الحيوانات والبشر قادرة على التحول بحيث أن يتكيفوا مع الشروط المناخية الجديدة وكأن نموذج الطفرات الوافي بالمرام كان موجودا في كل مرة لكي يتم الاختيار الأفضل. يعمل التطور بالتأكيد عن طريق الاصطفاء الطبيعي، ولكن، هل يكون الاصطفاء كافيا ليفسر هذا التكيف الرائع للكائنات الحية مع تغيرات بيئتها الخاصة؟ هل تحث التغيرات البيئية على حدوث تغيرات في المادة الوراثية بشكل أكثر مباشرة؟ عسى أن نفهم ذلك في زمن غير بعيد...

- *الا يوحي قولك بأن لتاريخنا اتجاها معين،أو منطقا ما؟*

- ليس بوسعي إلا ملاحظته؛ إن الكائنات الحية اليوم أكثر تعقيدا من التي عاشت منذ مليار عام. وأنا، من جهتي، لا أؤمن بالجواز ولا بالتصادف اللذين يبدو أنهما لا يظهران إلا عندما ندرس مرحلة زمنية قصيرة جدا.

- *أهذا يعني- مثلا- أنه ينبغي أن نصالح بين التصور العلمي والرؤية الدينية لأصولنا؟*

-ليس هذا موضوع التعارض. العلم في نهاية المطاف لا يستطيع إلا أن يلاحظ ولا يمكن أن يكون عقائديا، دوغمائيا، فهو يعرف جيدا أن الحقيقة دائما أعمق وأوسع وأعقد.

*-ما المكان الذي تضع فيه آدم وحواء في قصتك؟*

-أعتقد أنهما كانا من سلالة الإنسان الماهر وعاشا في سهول أفريقيا الشرقية الجافة الجميلة المعطرة قرب ذلك الشق المشهور. لا بد أن كانت هذه المنطقة شيئا يشابه الجنة على الأرض عندما أخذ الإنسان يصطاد ويتكلم...

*-مع الأفاعي والتفاح؟*

-إذا تقصد تفاح الدوم[1]، نعم، أما بالنسبة إلى الأفاعي، فهي لا تأكل... ولكن، يجب ألا نحاول أن نطابق الكتاب المقدس مع العلم، فهذا لا معنى له.

## الموت في الروح

*-ما الذي، برأيك، يؤسس نوعية الإنسان؟*

-إن نوعية الإنسان أمر يتعلق ببلوغ درجة معينة من التطور أكثر منه بطبيعة مميزة. عندما نراقب قرود الشمبانزي يذهلنا تشابهها معنا وأيضا بعض تصرفاتها. فإن الذكور، على سبيل

1- الدوم (doum)-شجرة من الفصيلة النخلية

المثال، يرقصون أمام الإناث عند هطول أول الأمطار. لقد أنشأ ليفي- شتراوس (Levi-Strauss) نظريته في تكون المجتمعات البشرية على أساس تحريم العلاقة الجنسية بين الأم والطفل. وبعد! هذا المحظور نجده أيضا لدى الشمبانزي.

- *كيف يعرّف الإنساني إذاً؟ بالوعي؟ بالحب؟*

- بالعاطفة، بلا ريب، ولا سيما الشعور بالموت الذي يناسب درجة معينة من التأمل الراقي. إن الإدراك بأن كل إنسان فريد ولا يمكن إبداله وأن اختفاء الكائن دراما لا رجعة بعدها، هذا، برأيي، الجانب الجوهري في تعريف الشعور المدرك. وهذا يشمل طبعا الشعور بالذات وبالآخرين وبالمحيط وأيضا بالزمن.

- *ما هو، من وجهة نظرك، المغزى الأخلاقي لهذه القصة الطويلة؟*

- أهم ما نستخلصه من هذا الفصل الأخير هو أننا- وقبل كل شي - من أصل واحد، فنحن جميعنا إفريقيون بالأصل وقد تمت ولادتنا منذ ٣ مليون عام. وهذا، بالطبع، يجب أن يحثنا على الأخوة. ويجب ألا ننسى أيضا أن الإنسان خرج من العالم الحيواني ببطء شديد وبعد كفاح طويل ضد الطبيعة ليفرض ثقافته على الحتمية الفطرية (determinisme inne). لقد أصبحنا اليوم أحرارا على وجه رائع- نلعب بجيناتنا، نخلق أطفالا في الأنابيب ولكننا ما زلنا عرضة للعطب إلى أبعد الحدود. فإن طفلا من أطفالنا، إذا

ما شبّ في معزل عن المجتمع، سيتجرد من إنسانيته ولن يستطيع حتى المشي على أطرافه الخلفية ولن يتعلم شيئا على الإطلاق. كان يجب أن يتم كل هذا التطور في الكون والحياة والإنسان لكي نحصل على هذه الحرية الهشة، التي تعطينا اليوم كرامتنا وتحملنا مسؤولياتنا. وإذا ما تساءلنا الآن عن أصولنا الكونية والحيوانية والإنسانية، فلكي نتحرر منها بشكل أفضل.

# الخاتمة

***محاصرون في أرضهم الصغيرة، مهددون من عظمتهم، ترفع الكائنات الواعية أنظارها إلى السماء وتتساءل بقلق: كيف ستستمر هذه القصة الجميلة عن العالم؟***

## مستقبل الحياة

**دومينيك سيمونيه (Dominique Simmonet)**: *ها نحن هنا الآن، بعد ١٥ مليار عام من التطور وبضعة آلاف فقط من الحضارة. هل يستمر التطور الذي يتعاقب منذ الانفجار الكبير مبتكرا على الدوام أشكالا أكثر تعقيدا والذي نشكل فيه أجمل زخرفاته؟*

**خويل دي روزني(Joel de Rosnay)**: الجسيمات، الذرات، الجزيئات، الجزيئات المركبة، الخلايا، الكائنات الأولى المؤلفة من عدة خلايا، الجماعات المؤلفة من عدة كائنات حية، الوحدات البيئية المؤلفة من عدة جماعات نباتية وحيوانية ثم الإنسان الذي يجسد اليوم بيولوجيته في المحيط. يستمر التطور بالتأكيد ولكنه يصبح الآن تكنولوجيا واجتماعيا. لقد تناولت الثقافة المشعل.

*-نحن إذاً على ملتقى طرق التاريخ، إننا نعيش حالة انشقاق وتمزق شبيهة بتلك التي أدت إلى ظهور الحياة.*

-أجل. فإننا، بعد المراحل الكونية، الكيميائية والبيولوجية، نفتتح الآن الفصل الرابع الذي ستلعب فيه الإنسانية الدور الرئيسي خلال الألفية القادمة. إننا نقترب من بلوغ درجة الوعي الجماعي عن ذاتنا.

*-كيف تصف هذا الفصل القادم؟*

-نستطيع القول أننا نشرع باستحداث شكل جديد للحياة؛ جسم حي كوكبي هائل يشمل عالم الأحياء والإنتاج البشري يتطور هو أيضا ونكون نحن بمثابة خلاياه. جسم له جهازه العصبي الذي يمثل الانترنيت حالته الجنينية واستقلاب يجدد المواد. إن هذا الدماغ الشامل المؤلف من أنظمة مترابطة متماسكة يجعل الناس على الاتصال بسرعة الإلكترون ويشوش تبادلاتنا.

*-هل نستطيع أن نتكلم مستخدمين هذه اللغة المجازية عن اصطفاء ليس من النوع الطبيعي وإنما من النوع الثقافي في هذه المرة؟*

-اعتقد ذلك. وتكون ابتكاراتنا مكافئات للطفرات الوراثية. إلا أن هذا التطور التكنولوجي -الاجتماعي يتقدم أسرع بكثير من التطور البيولوجي الداروني. يبدع الإنسان في تكوين "أنواع" جديدة كالهاتف، التلفاز، السيارة، الحاسوب، الأقمار الصناعية...

- *والإنسان هو الذي يصطفي.*

- نعم. لنأخذ السوق، على سبيل المثال، أليس هو بمثابة نظام دارويني يصطفي، يحذف أو يضاعف أنواع معينة من الابتكارات؟ ولكن الفرق الكبير مقارنة مع التطور البيولوجي في أن الإنسان يستطيع أن يخترع ذهنيا أنواعا بقدر ما يريد، فإن هذا التطور الجديد يتجرد من طابعه المادي. ويدرج الإنسان بين العالم الواقعي وعالم الخيال عالما جديدا ألا وهو العالم الافتراضي مما يسمح له ليس فقط بأن يستكشف عوالم مصطنعة بل وأن يصنع ويجرب أشياء وآلات لم تكن قد وجدت بعد. إن التطور الثقافي والتكنولوجي يتبع، بطريقة ما، المنطق ذاته الذي يتحكم في التطور الطبيعي.

- *هل نستطيع، والحالة هذه، أن نقول أن التعقيد يستمر في عمله؟*

- نعم، ولكنه يتحرر شيئا فشيئا من معطف المادة الثقيل. ونحن نلحق، بطريقة ما، بالانفجار الكبير. إن انفجار الطاقة الذي حدث منذ ١٢ مليار عام يشبه على نحو معكوس "نقطة أوميغا (point omega)، على حد تعبير تيلار دي شاردان (Telhard de Chardin) المحبب لديه، التي ستكون انبجاس الروح المتحررة من المادة. وإذا ما نسينا الزمن، يمكن الالتباس فيما بين الاثنين.

*- غير أنه لمن الصعب جدا أن ننسى الزمن ومدة الحياة القصيرة جدا التي نحن البشر مرغمون عليها. هل ثمة مستقبل للشخص بحد ذاته إذا كان عليه أن يندمج كما الخلية في هذا الجسم الكوكبي الهائل الذي يتعداه ويتفوق عليه؟*

- بالتأكيد! أعتقد أنه يستطيع أن يتحسن أكثر. عندما تتجمع الخلايا في مجموعات معينة تبلغ كل منها فردية أوسع وأرفع مستوى مما إذا كانت منفردة. صحيح أن مرحلة التنظيم الشامل، أي العولمة، تنطوي على خطورة التجنيس الكوكبي، ولكنها تحمل في ذاتها أيضا بذور التمييز. وهذا التمييز يتطور بقدر ما يتقدم الكوكب نحو العولمة.

*- إنك تصف المجتمع الراهن لكونك مختصا في البيولوجيا باستخدام مصطلحات خاصة كالتطور الطبيعي، الدماغ، الطفرات الوراثية... ألا تأخذ استعاراتك البيولوجية بمثابة الواقع؟*

- لا يمكن أن نستنتج على أساس البيولوجيا أية رؤية في مجال المجتمع وادعاء العكس يقود إلى إيديولوجيات غير مقبولة. إنما في المقابل تستطيع البيولوجية أن تروي تفكيرنا وأن تؤثر عليه. لقد سادت في بداية القرن العشرين الاستعارات الميكانيكية، المسننات والساعات وما إلى ذلك، وها هي استعارات الجسم الحي تكتسب اليوم أهمية تربوية كبيرة، شرط ألا تتخذ حرفيا. إن هذا الجسم الكوكبي النابض بالحياة الذي نخلقه نحن يجسد

وظائفنا البيولوجية وأحاسيسنا: بصرنا بواسطة التلفاز، ذاكرتنا بالكومبيوترات، رجلينا بوسائل النقل... ولكن يبقى السؤال الكبير: هل سنستمر في التعايش معه أم سنتحول إلى طفيليات وندمر المضيف الذي نعيش عليه ومن خيراته مما سيقودنا إلى أزمات اقتصادية، بيئية واجتماعية خطيرة؟

*-وما تنبؤاتك؟*

-إننا نستهلك لأغراض المنفعة موارد الطاقة والإعلام ومواد البناء ونطرح النفايات في البيئة مستنزفين في كل مرة المنظومة التي تسندنا ونعيش عليها. وبما أن بعض الشركات الصناعية تكبح شركات أخرى، فإننا نتطفل على أنفسنا حتى نصبح، إذا ما استمررنا على هذا الطريق الحديث، متطفلي الأرض.

*-ماذا يجب أن نفعل لكي نتجنب ذلك؟ أن نحمي الكوكب؟*

-ليست حلول المشكلة، كما يرغب ربما بعض الإيكولوجيين المصابين بالحنين، في أن نحبس تنوع العالم الحي في أراضي مسورة من أجل تأمين الاحتياط، ، بل من الأجدر أن نبحث عن الانسجام فيما بين التكنولوجيا والأرض، بين الاقتصاد وعلم البيئية. يجب، من أجل تجنب الأزمات، أن نأخذ درسا من معلوماتنا عن تطور التعقيد، التطور الذي نروي روايته هنا، فإن

فهم تاريخنا يمكن أن يعطينا شيئا من التراجع الضروري، واتجاها أو "معنى" لكل ما نفعله و- دون شك- مزيدا من الحكمة. أنا ، شخصيا ، أومن بتنامي الوعي الجماعي وبالإنسانية التكنولوجية. ولدي أمل كبير بأننا ، لو أردنا فعلا ، سنستطيع الدخول إلى المرحلة القادمة للإنسانية بصحو وصفاء كبيرين.

## مستقبل الإنسان

*- يقول لنا جويل دي روزني أن قصتنا عن العالم تباشر الآن بكتابة فصلها الرابع، فصل التطور الثقافي. أتشاركه الرأي؟*

**أيف كوبان (Yves Coppens)**: ذات يوم قلت للمستكشف جان – لوي إيتيين(Jean-Luis Etienne) عند عودته من القطب الشمالي: " كم كنت بردانا هنالك! " فأجاب لي ببساطة: " بالطبع لا ، لأنني كنت مغطى." وهذا نموذجي إلى حد بعيد بالنسبة لتطورنا الثقافي. إننا نجود مع كل يوم مضى أكثر فأكثر في السيطرة على أجسامنا وعلى البيئة. لقد أعطينا للثقافة دورا وقد أصبحت، منذ الآن فصاعدا ، هي التي تستجيب لمؤثرات البيئة.

*- لم تعد أجسامنا تتغير إذاً ، أي جسم الإنسان العاقل؟*

- بلى، ولكن بشكل بطيء جدا. ولهذا يجب أن ننظر إلى مستقبل أكثر بعدا ، إلى ما يتجاوز الألفية الثالثة! ثمة احتمال في أن نملك بعد ١٠ مليون عام رأسا مختلفا عما لدينا الآن. سيصبح هيكلنا أكثر نحافة ورشاقة ودون شك سيستمر دماغنا يتطور.

*-وسيسمح ذلك باكتساب كفاءات جديدة.*

-نعم. ليس مستحيلا أن يفرض تضخم الدماغ وبالتالي رأس الجنين تقصيرا إضافيا لمدة الحمل. وبما أن أمهات سوبرمان المستقبل سيولدن في الشهر السادس، فإن الطفولة المبكرة ستزداد طولا وكذلك فترة التعلم. وإن لم نفهم بشكل جيد كيف كان الحمل في الماضي، فإننا نستطيع أن نتصور أن تطورنا استمر في هذا الاتجاه وقد يستمر هكذا في المستقبل.

*-يبدو أن تطورنا البيولوجي لم ينتهِ بعد.*

-يتباطأ ولكنه يستمر. ذلك لأننا لا زلنا خاضعين لقوانين البيولوجيا ولا زلنا موضوعا التكيف. ثمة خطورة في أن تسبب لنا الفيروسات، التي تتطور هي أيضا، بعض المشاكل كما أننا لسنا في مأمن من كارثة كونية تفضي إلى إتلاف الغلاف الجوي. ولكن في المقابل لا نستطيع القول بأن الإنسان يخضع لاصطفاء طبيعي حقيقي.

*-ألا تحدث طفرات كبيرة في جيناتنا لا يزال بإمكانها أن تغير نوعنا؟*

-تحدث طفرات بالتأكيد، ولكن هذه الطفرات لا تفضي إلى تغيير النوع إلا في حال متماثل العوامل الوراثية الذي يمكنه أن يظهرها. وبما أن تمازج الجينات في العالم البشري الحديث يستمر

فلم يعد يوجد على الأرض جماعات بشرية منعزلة وبالتالي قابلة لإظهار صفات متنحية عن طريق الانحراف الوراثي. إلا في حال استعمرنا الفضاء وهذا ليس مستحيلا. ثمة احتمالا كبيرا في أن يحقق الإنسان ذلك وأن يشرع عندئذ، مسلحا بمعرفة أفضل للكواكب وظروفها، في تشعب من نمط جديد شبيه بالذي باشر به منذ ٣ مليون عام من أجل غزو كوكب الأرض.

- *ماذا سيحدث في هذه الحال؟*

- أن الجماعات الصغيرة المقيمة على أرض أخرى، إذا بقيت منعزلة زمنا طويلا، ستأخذ بالتباعد والتشعب، وستتطور بيولوجيتها وثقافتها بشكل مختلف. تخيلوا كل هذه الثقافات الجديدة التي يمكنها أن تتولد على كواكب أخرى... وربما الأنواع الجديدة أيضا.

- *إذا انطلقنا في الفضاء سيتغير جسم الإنسان كثيرا، أليس كذلك؟ لقد تبين أثناء الإقامة في مسار حول الأرض أن العظام تضمر بسرعة والجسم لا يؤدي وظائفه بشكل طبيعي. ألا نغامر هكذا بأن نتحول إلى "بزاقات عارفة".*

- لا نعلم إلا قليلا جدا عن شروط ونتائج الحياة في الفضاء. في حال انعدام الوزن تحدث تغيرات خطيرة في الجسم. تهاجر العظام عناصره المعدنية ويصبح صعبا جدا إعادتها إلى محلها الأصلي. بعد بضعة ملايين السنين من النفي في الفضاء سيصبح

أبناء عمومتنا مختلفين عنا كثيرا. وقد نعثر عندئذ على ضرب من تنوع الجماعات البشرية بل وحتى أعراق حقيقية.

- *هذا التنوع الذي نسير نحو فقدانه اليوم إذ أن الثقافة البشرية تصبح متجانسة أكثر فأكثر والعالم أكثر فأكثر شمولية والكوكب يغدو صغيرا جدا.*

- هذا صحيح. إن الناس يسافرون كثيرا ويختلطون بعضهم ببعض بيولوجيا وثقافيا، والثقافات أيضا. ولكن، عندما نرى، مثلا، البوشمن (Bochiman) والأميريديين (Amerediens) يعيشون منفيين فيما نطلق عليه اليوم لفظة فظة "المخلفات" (reserves) يمكننا أن نتساءل، يا ترى، ألا يعني حرصنا على أن نبقي هذه الجماعات في تقاليدها وغنائها ولغاتها منع هذه الجماعات من الدخول إلى عالمنا المعاصر؟ إن هذه "المخلفات"، أليست هي جزر المنشأ الصغيرة التي نهدي بها أنفسنا لأجل انشراحنا نحن وليس لأجل انشراحهم؟ اعتقد أن هذه الجماعات ليس أمامهما من الحلول إلا أن تختلط بنا بيولوجيا وثقافيا – والعكس بالعكس - أو أن تندثر. ويجب ألا يجعلنا ذلك نشعر بالحنين.

- *هل يستمر التعقيد الذي نراه يعمل منذ الانفجار الكبير؟*

- نعم. يكنز الإنسان معرفة متنامية ويرتقى نحو علم أرفع وحرية أكمل، نحو ثقافة وربما طبيعة أكثر فأكثر تعقيدا. إننا نتبع الطريق ذاتها التي تسير فيها المادة والحياة.

*-أأنت بالأحرى متفائل؟*

-نعم وبعزم وتصميم. أجد أن المجتمعات البشرية تنتظم بشكل لا بأس به. إننا نكتسب شيئا فشيئا الوعي بمحيطنا. انظر إلى منظمة الأمم المتحدة التي تعرضت هيئاتها إلى صعوبات كثيرة. ولكن عندما نتفحص الأشياء في بعدها الزمني، نرى أن الإنسان اكتسب الوعي بشرطه العالمي خلال ما يقارب ٧٠ عام فقط. وما هي ومضة الزمن هذه بالمقارنة مع تاريخنا!؟

*-شيء لا يذكر ولكنه كثير بالنسبة لشخص واحد.*

-يجب ألا ننسى أن عمر حداثتنا شيء لا قيمة له بالمقارنة مع الثلاثة ملايين من تاريخ نوعنا. وتبدو لي البشرية حاليا، ومع أنها بلغت مستوى معين من التفكير، لا تزال فتية. إن عديدا من صعوبات عصرنا تعود بأسبابها إلى وجود شرائح بشرية واسعة لا تملك إلا معلومات ناقصة حول العالم.

## مستقبل الكون

*-نلاحظ مع إيف كوبان أن حياة الإنسان حادث مثير للسخرية نظرا لتاريخنا. وقد نكون ما زلنا في عصر ما قبل التاريخ البشري أو ما قبل التاريخ الكوني؟ إلى متى سيستمر تاريخ الكون؟*

-هيوبرت ريفس (Hubert Reeves): إن نتائج الدراسات الحديثة تدعم سيناريو التمدد المستمر. وهذا يعني أن الكون

سيكون لا متناهي الأبعاد وحياته ستدوم أبديا. وسيبرد تدريجيا هادفا إلى حرارة الصفر المطلقة. وهذا ما نتفق عليه، ولكننا لا نستطيع الجزم فيه، لأن تنبؤاتنا تستند إلى نظريات مبنية على أساس وجود أربع قوى فقط. لا شيء يسمح لنا بأن نؤكد اليوم على أننا لن نكتشف قوى أخرى في المستقبل. وقد تغير هذه الاكتشافات تكهناتنا.

*-إذا ما تمدد الكون بشكل لا متناه، فهل يعني ذلك أنه سيصبح أكثر فأكثر فراغا وأن الأجرام السماوية ستستمر في التغريب والسماء التي نراها ستصبح سوداء كليا؟*

-النجوم التي تضيء سماءنا في الليل لا تشارك في التمدد وهي لا تبتعد عنا بالإجمال. يحدث التمدد فيما بين المجرات وليس في داخلها. ومع الزمن ستبدو هذه المجرات في تليسكوباتنا سقيمة أكثر فأكثر ولكن هذا التخاذل لن يكون محسوسا قبل بضعة مليارات السنين.

*-كل هذا افتراضي لأن البشر لن يكونوا هناك ليقوموا بالمراقبة. ستموت بعض النجوم وبالأخص نجمنا، الشمس، أليس كذلك؟*

-نعم. وكما ذكرنا آنفا، فإن شمسنا أحرقت حتى اليوم نصف هيدروجينها وهي الآن في منتصف عمرها وستستهلك وقودها كليا بعد ٥ مليار عام عندذلك ستتحول إلى عملاقة حمراء.

وستستمر نواتها في التقلص بينما سيتمدد غلافها الغازي حتى مليار كيلومتر وأثناء هذا الوقت سيتبدل لونها من الأصفر إلى الأحمر.

*-وفي تلك اللحظة ستشوي كواكبها:*

-نعم. ستضيء الشمس بمائة ألف مرة أقوى من الآن وبالنظر إليها من الأرض ستتحول إلى لهيب يحتل جزءا كبيرا من السماء. سترتفع حرارة كوكبنا إلى آلاف الدرجات، ستزول الحياة وستتبخر الأرض. وسيستغرق هذا بضعة مئات الملايين من السنين. وسيفكك نجمنا أيضا عطارد والزهرة وربما المريخ، وإنما الكواكب الأكثر بعدا كالمشتري وزحل ستفقد غلافها من الهيدروجين والهليوم ولن يبقى منها إلا نواتها الضخمة الصخرية العارية. ومن ثم ستتحول الشمس إلى قزمة بيضاء لا تتجاوز حجم القمر وستبرد ببطء شديد، خلال مليارات السنين حتى تصير قزمة سوداء، جثة نجمية بلا نور.

*-ماذا ستصبح المادة التي كانت تتألف منها الأرض؟*

-ستتناثر في فضاء ما بين النجوم وبعد زمن سيكون بإمكانها أن تخدم نشوء نجوم جديدة بل وتشارك في تكوين كواكب جديدة.

*-ولربما حياة جديدة؟*

- لمَ لا؟ وقد تدخل ذرات أجسامنا في تكوين كائنات حية في محيطات حيوية قاصية.

*- وليس من يقين إلا أن الإنسان لن يبقى على الأرض أكثر من ٤ مليار سنة...*

- نعم. ولكننا نستطيع أن نفكر، مثل إيف كوبان، أننا سنكون قادرين على أن نحقق رحلات فضائية طويلة قبل ذلك اليوم المقدور. لنتأمل في التقدم المنجز خلال جيلين أو ثلاثة؛ كان أجدادنا يسافرون بسرعة لا تتجاوز خمسين كيلومتر في الساعة وها نحن اليوم نصنع مركبات فضائية تبلغ سرعتها ٥٠ ألف كيلومتر في الساعة. وليس مستحيلا أن تبلغ يوما ما سرعة المسابر الفضائية ما يضاهي سرعة الضوء. وعندئذ سيكون بإمكان أحفادنا أن يذهبوا بعيدا ليبحثوا عن النور قرب نجوم نائية...

*- تلك هي المعادلة الجميلة لكونستانتين تسيولكوفسكي (Konstantin Tsiolkovski)، أب الفضاء السوفييتي الروسي، الذي قال: "الأرض مهدنا ولكن المرء لا يبقى في مهده إلى الأبد..." وهذا يعني أن تطور التعقيد يمكنه أن يستمر مع الإنسان ولكن بدونه أيضا. وبعد كل حساب، فإنه غير مؤكد إذا ما كنا نحن أبطال هذه القصة.*

- هذا صحيح. يمكننا أن نتخيل أن الجنس البشري قد ينطفئ دون أن تزول الحياة كليا. إن الحشرات، على سبيل المثال، تقاوم بشكل أفضل بكثير منا نحن البشر. وتستطيع العقارب أن تعيش عند مستوى نشاط إشعاعي يتجاوز بكثير الحد المميت بالنسبة لنا.

وسيكون بإمكانها أن تنجو من حرب نووية وأن تطور ذكاءها فتكتشف التكنولوجيا من جديد. وقد تتعرض حينئذ، بعد بضعة الملايين من السنين، لخطورة مشكلات تلوث شبيهة بمشكلاتنا.

*-كنا نرفض أثناء حوارنا أن نجد أي قصد في تاريخنا أو أن نتبنى وجهة نظر قائلة بالحتمية. ومع ذلك لا نملك إلا أن نلاحظ أن التعقيد لم يتوقف في سبيله نحو التقدم والارتقاء. ويمكننا أن نقول أنه سيستمر...*

-إني لأتأثر كثيرا بوجهي الواقع. أولهما، تظهره هذه القصة الجميلة التي انتهينا من سردها. وقد تتركنا هذه القصة بالفعل نفكر بأن كل ما حدث كان له معنى. والثاني، الأكثر كدرا يكشف عن إنسان اليوم الغير قادر على أن يعيش في انسجام مع ذويه ومع المحيط الحيوي، الإنسان الذي في نظره أصبحت الحروب والإتلاف أمرا عاديا لا بد منه وكأن شيئا ما اختل أو تصرف بلا تروٍ في لحظة معينة من التطور.

*-كيف تفسر ذلك؟*

-لماذا تسير الأمور إلى هذه الدرجة من الامتياز في عالم الطبيعة بينما تتدنى إلى الحضيض في عالم الإنسان؟ هل تجاوزت الطبيعة ذاتها بمغامرتها في خلق التعقيد فوصلت معنا إلى حد اللا كفاءة والقصور؟ هكذا سيكون، بتصوري، التفسير المبني فقط على نتائج الاصطفاء الطبيعي ضمن إطار النظرية الداروينية. ولكن، إذا ما كان، من

الجهة الأخرى، ظهور الكائن الحر نتاجا ضروريا لعملية التطور، فقد ندفع نحن الآن ثمن هذه الحرية؟ وقد نستطيع تلخيص الدراما الكونية في ثلاث مراحل كما يلي: الطبيعة تخلق التعقيد. التعقيد يحدث الفعالية. والفعالية بإمكانها تدمير التعقيد.

*-وما معنى ذلك؟*

-لقد اكتشف البشر في القرن العشرين طريقتين للتدمير الذاتي: التسلح النووي المفرط والإتلاف التدريجي للبيئة. هل يكون التعقيد قابلا للحياة؟ أكان هاجس الطبيعة بأن تبلغ في تطورها هذا المستوى الذي تقودها إلى أن تهدد ذاتها هاجسا جيدا بالنسبة لها؟ أكان العقل هبة مسمومة؟

*-وبماذا تجيب؟*

- إننا نواجه حاليا خطورة نهاية كوكبنا. هل بالإمكان أن نجعل عشرة مليارات من البشر يتعايشون معه دون أن يدمروه؟ إلا أن هذه المهمة، وإن كان الناس عباقرة، وقد برهنوا على عبقريتهم مرارا وتكرارا وهم يفككون الذرات ويستكشفون المجموعة الشمسية، فإن هذه المهمة أصعب وأعسر من كل ما تم تحقيقه في الماضي. خصوصا لأنها تفرض أن نتنازل عن فكرة التطور الاقتصادي المتصاعد ونتخصص في مجال "التطور المستديم". وهذا ما يصعب توضيحه لحكامنا السياسيين.

*-أن ننهض بأعباء الجسم الكوكبي الذي تكلم عنه جويل دي روسني...*

- ثمة في الجسم نظام الطوارئ للشفاء، فإن الجسم عند حدوث جرح أو أية إصابة أخرى يستنفر بكامله ويجند قواه لغاية الشفاء. علينا أن نبتكر نظاما مماثلا على مستوى الكوكب. صحيح أن هنالك منظمة الأمم المتحدة والجمعيات والمؤسسات ذات الأهداف الإنسانية وهي مخططات أولى لتصميم هذا النظام الكوكبي. إلا أن هذا لا يكفي، يجب الذهاب إلى أبعد منه بكثير.

- *ألا نقع في الخطاء بسبب اضطراب البصر؟ أو قد نكون في موضع قريب زيادة عن اللزوم فنعجز عن رؤية صافية لعصرنا الحديث؟ إذا كنا نحلل الأمور من وجهة نظر خروف مثلا فقد جاز لنا حقا أن نتكلم بتشاؤم كبير ولكن ماذا من وجهة نظر الإنسان؟ ألسنا ببساطة ما نزال في مرحلة ما قبل التاريخ كما ارتأى إيف كوبان؟ لربما نحتاج إلى مزيد من الزمن لنبلغ مستوى أرفع من الأخلاق والحضارة؟*

- هل تقدمت البشرية حقا على صعيد الأخلاق والسلوك؟ لست متأكدا من ذلك. يمكن أن نتناقش طويلا حول هذا الموضوع. طبعا كان هنالك إلغاء العبودية والاعتراف بحقوق الإنسان، ولكن الهنود الحمر في أمريكا كانوا قد توصلوا سابقا إلى مستوى رائع من التعامل الإنساني وقد وضعوا قوانين السلوك الاجتماعي التي كان لها تأثير كبير على الدستور الأمريكي. لقد ألمع كلود ليفي ستراوس (Claude Levi-Strauss) إلى أن العبودية تظهر مع الحضارات الكبرى. ولهذا فإن تطور الأخلاق ليس بأمر واضح.

*-وقد يطرح هذا السؤال أيضا في أماكن أخرى...*

-ليست حضارتنا على الأرض بوجه الاحتمال إلا نموذجا من بين نماذج أخرى كثيرة. ضمن إطار الفرضية التي تقول أن تطور الكون أدى إلى تكوين كواكب أخرى وأشكالا أخرى للحياة والذكاء، نستطيع التوقع بأن هذه الحضارات التي تنشأ وتترعرع خارج الأرض قد تواجه نفس التهديدات التي نصطدم بها اليوم على الأرض. وقد تبسط أمامنا زيارة هذه العوالم البعيدة لوحتين متناقضتين، من جهة، كواكب قاحلة جرداء مغطاة بنفايات نووية لدى أولئك الذين لم يتمكنوا من التكيف مع بيئتهم وأنفسهم ومن الجهة الأخرى مساحات شاسعة خضراء تفتح أحضانها الدافئة لاستقبالنا لدى الآخرين.

*-التعايش أو الفناء يقول جوال دي روزني، ولكن نستطيع أيضا القول: الحكمة أو انتقام المادة؟*

-أنكون قادرين على أن نتعايش مع قوتنا؟ -هذا هو السؤال المصيري المطروح أمامنا الآن. وإن كان الجواب سلبيا فأن التطور سيستمر بدوننا. وسنكون كما سيزيف (Sisyphe) في الميثولوجيا الإغريقية، سندفع صخرتنا نحو قمة الجبل لنتركها تفلت من بين يدينا في اللحظة الأخيرة. وهذا سخيف ومؤسف أليس كذلك؟ يجب ألا نتعامى عن خطورة الوضع الراهن. ومع ذلك ينبغي أن نكون متفائلين. علينا أن نفعل كل ما بوسعنا من أجل إنقاذ كوكبنا قبل فوات الأوان. فنحن المسئولون عنه ونحن أبناؤه. علينا أن نعمل بدون انقطاع كي تتواصل هذه القصة الجميلة عن العالم.